

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт

Кафедра строительных материалов и технологий строительства
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

С.П. Амельчугов

подпись

инициалы, фамилия

« ____ » ____ 2018 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

в виде проекта
проекта, работы

08.03.01 «Строительство»

код, наименование направления

ЦЕНТР КУЛЬТУРНОГО РАЗВИТИЯ, Г. ШАРЫПОВО

тема

Руководитель



подпись, дата


к.т.н доцент кафедры СМиТС

должность, ученая степень

Н. Ю. Клиндух

инициалы, фамилия

Выпускник



подпись, дата

А. В. Гроза

инициалы, фамилия

Красноярск 2018

Продолжение титульного листа БР по теме Центр культурного
развития, г. Шарья

Консультанты по
разделам:

архитектурно-строительный
наименование раздела

18.05.18
подпись, дата

Т.В. Леонкина
инициалы, фамилия

расчетно-конструктивный

31.05.18
подпись, дата

А.В. Ласкова
инициалы, фамилия

фундаменты

29.05.18
подпись, дата

В.А. Иванова
инициалы, фамилия

технология строит. производства

05.06.18
подпись, дата

О.В. Горюнов
инициалы, фамилия

организация строит. производства

12.06.18
подпись, дата

О.В. Горюнов
инициалы, фамилия

экономика

15.06.18
подпись, дата

В.В. Курова
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

15.06.18
подпись, дата

О.В. Горюнов
инициалы, фамилия

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	11
1 Архитектурно-строительный раздел.....	12
1.1 Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации	12
1.2 Обоснование принятых объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений, в том числе в части соблюдения предельных параметров разрешенного строительства объекта капитального строительства	13
1.3 Описание и обоснование использованных композиционных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства.....	13
1.4 Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения	14
1.5 Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей.....	15
1.6 Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибраций и другого воздействия.....	15
1.7 Описание решений по декоративно-художественной и цветовой отделке интерьеров - для объектов непроизводственного назначения	15
1.8 Описание решений по светоограждению объекта, обеспечивающих безопасность полета воздушных судов	16
1.9 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих соблюдение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций.....	16

					ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» Инженерно-строительный институт		
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<div> <div>Стадия</div> <div>Лист</div> <div>Листов</div> </div> <div>893</div> <div>СМУТС</div>		
Разработал	Гроза А.В.						
Консультант	Гофман О.В.						
Руководитель	Клиндух Н.Ю.						
Н.контроль	Гофман О.В.						
Зав. Кафедр.	Амельчугов С.П.						

Центр культурного развития,
г. Шарыпово

2.2 Расчет плиты перекрытия.....	20
2.2.1 Расчет монолитной плиты в NormCAD.....	21
2.2.2 Результаты расчета	21
2.2.3 Расчет плоских плит	26
2.2.4 Расчет плоских плит на действие поперечных сил	32
2.2.5 Проверка условия прочности при действии поперечных сил.....	34
2.2.6 Проверка требования минимального процента армирования.....	35
2.3 Рама.....	35
2.4 Железобетонная колонна	36
2.4.1 Расчет колонн прямоугольного сечения по прочности	36
2.4.2 Расчет по прочности элемента между пространственными сечениями	46
2.4.3 Расчет по прочности пространственного сечения.....	47
3 Основания и фундаменты.....	52
3.1 Исходные данные	52
3.1.1 Характеристика места размещения объекта, строительный участок и окружающая среда.....	52
3.1.2 Характеристика здания.....	52
3.1.3 Инженерно-геологические условия строительной площадки.....	52
3.2 Сбор нагрузок на обрез фундамента.....	53
3.3 Расчет столбчатого фундамента по оси 4.....	53
3.3.1 Определение глубины заложения фундамента.....	53
3.3.2 Определение размеров подошвы фундамента.....	54
3.3.4 Определение расчетного сопротивления грунта основания	54
3.3.5 Проверка условий расчета основания по деформациям	55
3.4 Проектирование свайного фундамента	55
3.4.1. Определение глубины заложения подошвы фундамента.....	55
3.4.2 Определение несущей способности забивной сваи	56
3.4.3 Определение числа свай в фундамента и эскизное конструирование ростверка.....	56
3.4.4 Расчет свайного фундамента по несущей способности грунта основания	57

3.5 Технико-экономическое сравнение вариантов	58
4 Технология строительного производства	61
4.1 Область применения технологической карты	61
4.2 Организация и технология выполнения работ	61
4.2.1 Работы подготовительного периода	61
4.2.2 Арматурные работы	61
4.2.3 Опалубочные работы	62
4.2.4 Бетонные работы	62
4.3 Подбор самоходного стрелового крана	64
4.4 Требования к качеству работ	65
4.5 Потребность в материально-технических ресурсах	66
4.6 Техника безопасности и охрана труда	66
4.6.1 Пожарная безопасность	66
4.6.2 Охрана труда	67
4.7 Технико-экономические показатели	67
5 Организация строительного производства	68
5.1 Обоснование принятой продолжительности строительства объекта капитального строительства и его отдельных этапов	68
6 Объектный строительный генеральный план	69
6.2 Выбор монтажных кранов и грузоподъемных механизмов	69
6.2.1 Размещение грузоподъемных механизмов	69
6.2.2 Привязка крана	69
6.2.3 Зоны работы крана	69
6.3 Проектирование дорог	70
6.4 Проектирование складов	70
6.5 Временные здания на строительной площадке	72
6.6 Электроснабжение строительной площадки	72
6.7 Временное водоснабжение	73
6.8 Снабжение сжатым воздухом	74
6.9 Охрана труда и пожарная безопасность	75

ВВЕДЕНИЕ

Министерством культуры РФ был проведен конкурсный отбор среди малых и средних городов России для размещения многофункциональных культурных центров. Межведомственной рабочей группой Минкультуры России было рассмотрено более 90 заявок из 58 субъектов Российской Федерации, и по итогам конкурса сформирован перечень из 10 субъектов Российской Федерации, в который включен Красноярский край с проектом создания Центра культурного развития в городе Шарыпово.

Создание в городе Шарыпово принципиально нового культурно-досугового центра, ориентирующегося на лучшие образцы современной культуры, будет способствовать решению проблемы замедления социокультурного развития местного сообщества, оттока высококвалифицированных кадров, творчески активной и талантливой молодежи.

Центр культурного развития (далее по тексту ЦКР) будет совмещать функции учреждения культуры (культурно-досуговые мероприятия, спектакли, кинопоказы), образовательного центра (курсы, творческие студии) и общественного пространства (досуг, дискуссионные клубы, самоорганизация жителей).

Новые возможности для развития творческого потенциала жителей города возникнут благодаря работе центров, студий, клубов, которые предоставят весь спектр возможностей для творческой самореализации посетителей всех возрастов и уровней подготовки:

- художественное образование (живопись);
- литературный клуб;
- вокальная студия;
- танцевальная студия;
- туристско-информационный центр.

ЦКР станет местом встречи, общения, открытым пространством для коворкинга и коммуникаций. Размещение ЦКР рядом с парковым пространством даст дополнительные возможности для организации культурно-массовых мероприятий, городских праздников. Непосредственно рядом со зданием ЦКР будет создана открытая площадка для проведения мероприятий в теплое время года.

Будет проведена большая работа по развитию туристического потенциала города Шарыпово.

1 Архитектурно-строительный раздел

1.1 Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации

Здание центра культурного развития в г. Шарыпово запроектировано в едином объеме, сложной формы в плане.

Здание двухэтажное, с общими размерами в осях – 33,10 х 35,65 м. В центральной части помещен одноэтажный объем, включающий зрительный зал на 300 мест с эстрадой, выполненный размерами в осях 15,40 х 26,80 м. К объему эстрады, с двух сторон, пристроены одноэтажные помещения обслуживания сцены. Уровень первого этажа здания приподнят над прилегающей территорией на высоту 900 мм.

На первом этаже размещены помещения:

- фойе с гардеробом, помещение диспетчерской (пожарного поста), кассы;
- двухсветный зрительный зал на 300 мест с эстрадой и, примыкающим к эстраде слева, помещением ожидания артистов, и справа – складом декораций;
- помещения артистической с костюмерной и санузлом;
- кафетерий на 25 мест с подсобным помещением, мойкой тары, тамбуром;
- санузлы (женский, мужской, персонала, универсальная кабина для МГН), помещение уборочного инвентаря;
- административно-техническое помещение;
- технические помещения: электрощитовая, ИТП, помещение ВК.

На втором этаже размещены помещения:

- помещение хореографического зала с раздевалками (мужской и женской) и душевыми;
- помещение коворкинга;
- студия звукозаписи;
- студия вокала;
- изостудия;
- помещения проекторной и комнаты управления светом и звуком, примыкающими ко второму свету зрительного зала;
- санузлы (женский, мужской, универсальная кабина МГН), помещения уборочного инвентаря;
- венткамера, помещение хранения светильников, серверная;
- бытовое помещение персонала с душевой, уборная персонала.

Связь между этажами осуществляется по двум лестничным клеткам. Лестницы имеют выход непосредственно наружу через тамбуры. Предусмотрены выходы из лестничных клеток на кровлю через противопожарные люки по закрепленным стальным стремянкам.

Для доступа МГН на второй этаж предусмотрен пассажирский лифт. Перед входом в лифт располагается лифтовый холл с подпором воздуха при пожаре – пожаробезопасная зона для МГН.

Кафетерий на 25 мест, размещенный на первом этаже, выполнен с барной стойкой, вынесенной в фойе. При кафетерии имеются подсобное помещение и моечная тары.

Технические помещения: электрощитовая, индивидуальный тепловой пункт, помещение ВК имеют отдельные выходы на улицу, на пристроенную площадку с ограждением и лестничным спуском. На эту же площадку осуществляется выход из тамбура лестничной клетки.

1.2 Обоснование принятых объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений, в том числе в части соблюдения предельных параметров разрешенного строительства объекта капитального строительства

Здание центра культурного развития сложное в плане. Размеры в осях 33,1 x 35,65 м. За отметку 0.000 принят уровень чистого пола 1-го этажа. Наивысшая отметка проектируемого здания +14,510 м. Отметка низа фундаментов -3,250 м. Общая площадь помещений – 1409,5 м². Площадь кинозала со сценой – 395 м².

Высота этажей:

- 1-ый этаж – 3.90м (от пола до низа плит);
- 2-ой этаж – 3.60м (до подвесного потолка).

Двухсветный зрительный зал на 300 мест выполнен амфитеатром, по ступенчатому полу, с отметкой верхнего ряда – плюс 0,900. Входы размещены с двух сторон зала на уровне 0,000 (в середине зала) и на отметке – минус 0,900 в уровне нижнего ряда, перед эстрадой.

1.3 Описание и обоснование использованных композиционных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства

Наружная отделка фасадов здания выполняется в соответствии с эскизным проектом.

Фасад утепляется минераловатными плитами «Техновент» толщиной 120 мм с ветрозащитной мембраной «Изолтекс НГ» и облицовывается композитными панелями типа «Alucobond» по системе вентилируемого фасада с воздушным зазором 50 мм. Подсистема комплектной поставки из металлических гнутых профилей крепится к кладке из блоков.

Цоколь облицовывается керамогранитной плиткой.

1.4 Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения

Полы первого этажа выполняются: в зрительном зале – из ковролина по стяжке, на эстраде – из досок по лагам, в остальных помещениях – из керамогранитной нескользящей плитки на клеевом растворе по стяжке. Подстилающий слой выполняется из бетона В15 толщиной 100 мм по слою гравия, втрамбованному в грунт и пролитому битумом до насыщения. Полы в санузлах, помещения уборочного инвентаря выполняются с устройством гидроизоляции из двух слоев рубероида.

Полы второго этажа выполняются из керамогранитной нескользящей плитки на клеевом растворе по стяжке, в помещениях коворкинга, студии звукозаписи, студии вокала, изостудии, бытовом помещении персонала – из линолеума по стяжке. В помещениях хореографического зала полы выполняются из досок по лагам со звукоизоляционным заполнением плитами «Шуманет». Под лагами, по стяжке, прокладывается звукоизоляционная лента «Вибростек М-100». Полы в санузлах, помещении уборочного инвентаря выполняются с устройством гидроизоляции из двух слоев рубероида, в душевых – из четырех слоев рубероида.

Под бетонным основанием полов по грунту, на участках примыкания к наружным стенам, выполнено утепление из полистирольных плит на ширину 1,00 м.

Экспликация полов представлена в приложении А.

В отделке приняты цементно-песчаная штукатурка стен из блоков и кирпичных перегородок со шпаклевкой, шпаклевка швов гипсокартонных перегородок, окраска вододисперсионной краской за два раза. В помещениях с мокрым режимом стены облицовываются плиткой керамической, на клеевом составе.

В помещениях входных тамбуров, санузлах, душевых, лифтовом холле, помещении хранения светильников, помещении уборочного инвентаря второго этажа, серверной, выполнены металлические реечные потолки.

В вестибюле, фойе, гардеробе, диспетчерской, кассе, артистической, комнате ожидания выхода артистов на сцену, зале кафетерия, коридорах на первом этаже, помещениях коворкинга, хореографическом зале и обеих раздевалках при нем, студиях звукозаписи и вокала, изостудии, комнате отдыха персонала, коридоров на втором этаже – выполнены потолки «Армстронг».

В помещениях административно-техническом, костюмерной, ИТП, водомерного узла, электрощитовой, кладовой декораций, комнате уборочного инвентаря, доготовочной кафетерия на первом этаже, лестничных клетках – потолки шпаклюются и окрашиваются водоисперсионной краской за два раза.

В зрительном зале и на эстраде выполняются акустические потолки «Micropor FWA», стены облицовываются акустическими панелями «Micropor».

Ведомости отделки помещений представлены в приложении А.

1.5 Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей

Естественное освещение помещений выполнено с учетом требований санитарных норм по инсоляции.

Помещения с постоянным пребыванием людей имеют естественное освещение через окна в наружных стенах.

Искусственное освещение имеют следующие помещения: кинозал, технические и служебные помещения, помещения хранения уборочного инвентаря.

Спецификация оконных проемов представлена в приложении А.

1.6 Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибраций и другого воздействия

Для достижения предельно-допустимого уровня шума, предусмотренного требованиями [20], проектом предусматриваются градостроительные, архитектурно-планировочные, строительно-акустические мероприятия:

- обеспечение функционального зонирования территории и формирования застройки с учетом требуемой степени акустического комфорта;
- обеспечение санитарно-защитных зон между жилой застройкой и источниками шума;
- применение планировочных и объемно-пространственных решений, использующих шумозащитные свойства окружающей среды;
- усиление звукоизоляции наружных ограждающих конструкций;
- при проектировании, с целью снижения шума от инженерного оборудования подобраны агрегаты с наименьшими удельными уровнями звуковой мощности;
- применением наружных и внутренних ограждающих конструкций с нормируемыми параметрами звукоизоляции в соответствии с требованиями [19].

1.7 Описание решений по декоративно-художественной и цветовой отделке интерьеров - для объектов непроизводственного назначения

Цветовая и декоративно-художественная отделка помещений общественного назначения выполняется из негорючих материалов в соответствии с проектами интерьеров.

1.8 Описание решений по светоограждению объекта, обеспечивающих безопасность полета воздушных судов

Описание решений по светоограждению объекта, обеспечивающих безопасность полета воздушных судов не требуется.

1.9 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих соблюдение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций

Расчет обоснования проектных решений и мероприятий, обеспечивающих соблюдение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций представлен в приложении Б.

2 Расчетно-конструктивный раздел

2.1 Определение нагрузок на раму

Сбор нагрузок на 1 м² покрытия представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Нагрузки на 1 м² покрытия

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка кН/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м ²
Основание профлист С10-1000-0,6 $\delta = 6$ мм, Вес=4,84 кг/м ² =0,047 кН/м ²	0,047	1,05	0,049
Пароизоляционная пленка технениколь Вес=110 г/м ² =0,0012 кН/м ²	0,0012	1,2	0,0013
Утеплитель «ТехноЛайт» $\delta = 200$ мм, $\rho = 30$ кг/м ³ =0,29 кН/м ³	0,058	1,2	0,0696
Гидроизоляционная пленка «ТехноНиколь» $\delta = 3$ мм, вес = 0,09 кН/м ²	0,09	1,2	0,108
Обрешетка – бру 50 х 50, шаг 350 мм Вес = 6,14 кг/м ² =0,0602 кН/м ²	0,0602	1,1	0,0662
Металлочерепица Вес = 5 кг/м ² =0,049 кН/м ²	0,049	1,05	0,052
ИТОГО			0,35
Снеговая			1,77
Итого			2,12

Нагрузка от веса покрытия на 1 м².

Опорное давление фермы с учетом покрытия определяется по формуле:

$$F_1 = 0,35 \cdot (0,89 \cdot 11,19 + 3,255) = 4,62 \text{ кН}, \quad (2.1)$$

где 11.19 –грузовая площадь покрытия, м.

Снеговые нагрузки

Полное расчетное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия $S=1,77 \text{ кН/м}^2$.

Нагрузку от снега принимаем равномерно распределенной на поверхности покрытия.

Величина сил от полной снеговой нагрузки определяется по формуле:

$$B_1 = S \cdot 11,19, \quad (2.2)$$

Принимаем: $S=1,77 \text{ кН/м}^2$, подставляем

$$B_1 = 1,77 \cdot 11,19 = 19,81 \text{ кН}.$$

Нагрузки от покрытия пола первого этажа представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – нагрузки от покрытия пола

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка кН/м^2	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м^2
Керамогранит противоскользящий $\delta = 10 \text{ мм}$, $\rho = 2800 \text{ кг/м}^3$	0,28	1,2	0,336
Выравнивающая стяжка из ЦПР М150 с полимерными добавками $\delta = 40 \text{ мм}$, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$	0,72	1,3	0,936
Монолитная Ж/Б плита $\delta = 250 \text{ мм}$, $\rho = 2400 \text{ кг/м}^3$	6	1,1	6,6
ИТОГО	7		7,872

Нагрузки от покрытия пола второго этажа в осях 1 – 3; Д – Ж представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – нагрузки от покрытия пола

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка кН/м^2	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м^2
Линолеум $\delta = 5 \text{ мм}$, $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$	0,08	1,3	0,104
Выравнивающая стяжка из ЦПР М150 с полимерными добавками $\delta = 60 \text{ мм}$,	1,08	1,3	1,404

$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$			
Монолитная Ж/Б плита $\delta = 250 \text{ мм},$ $\rho = 2400 \text{ кг/м}^3$	6	1,1	6,6
ИТОГО			8,108

Сбор нагрузок от перегородок представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – нагрузки от перегородок первого этажа

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка кН	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, кН
Перегородка из керамического кирпича $\delta = 120 \text{ мм},$ $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$	40,16	1,1	44,176
Монолитная стена Бетон – $7,5 \text{ м}^3$ ($\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$) Арматура = 242,2	93,125	1,1	102,44
ИТОГО			146,616

Таблица 2.5 – нагрузки от перегородок второго этажа

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка кН	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, кН
Перегородка из керамического кирпича $\delta = 120 \text{ мм},$ $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$	40,16	1,1	44,176
Монолитная стена Бетон – $7,5 \text{ м}^3$ ($\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$) Арматура = 242,2	93,125	1,1	102,44
Пенобетонные блоки $\delta = 400 \text{ мм},$ $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$	66,23	1,1	72,85
ИТОГО			219,47

Ветровые нагрузки

Расчетное значение средней составляющей ветровой нагрузки:

$$W_n = W_0 \cdot K \cdot C_e \cdot \gamma_f, \quad (2.3)$$

где $W_0=0,3 \text{ кПа}$ – нормативное значение ветрового давления;

K – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте;
 $C_{\text{в}}$ – аэродинамический коэффициент внешнего давления.

При действии ветра слева на право для наветренной поверхности стенового ограждения $C_{\text{в}}=0,8$; для заветренной поверхности стенового ограждения $C_{\text{в}}=-0,5$;
 $\gamma_f = 1,4$ – коэффициент надежности по ветровой нагрузке, [23].

Определим K для высоты +14,000 м

$$K = \frac{0,85-0,65}{10} \cdot (14-10) + 0,65 = 0,73.$$

Расчетные значения ветрового давления по поверхности стен:

Для отм. 5,000

С наветренной стороны:

$$W_1 = 0,95 \cdot 1,4 \cdot 0,38 \cdot 0,5 \cdot 0,8 = 0,202 \text{ кН/м}^2$$

С подветренной стороны:

$$W'_1 = 0,95 \cdot 1,4 \cdot 0,38 \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 0,126 \text{ кН/м}^2$$

для отм. 10,000

С наветренной стороны:

$$W_2 = 0,95 \cdot 1,4 \cdot 0,38 \cdot 0,65 \cdot 0,8 = 0,263 \text{ кН/м}^2$$

С подветренной стороны:

$$W'_2 = 0,95 \cdot 1,4 \cdot 0,38 \cdot 0,65 \cdot 0,5 = 0,164 \text{ кН/м}^2$$

для отм. 14,000

С наветренной стороны:

$$W_3 = 0,95 \cdot 1,4 \cdot 0,38 \cdot 0,73 \cdot 0,8 = 0,295 \text{ кН/м}^2$$

С подветренной стороны:

$$W'_3 = 0,95 \cdot 1,4 \cdot 0,38 \cdot 0,73 \cdot 0,5 = 0,184 \text{ кН/м}^2$$

2.2 Расчет плиты перекрытия

Статический расчет плиты произведен в SCAD.

Расчетная схема и усилия представлены в приложении В.

2.2.1 Расчет монолитной плиты в NormCAD

Исходные данные

Продольная арматура плит:

- Диаметр стержней нижней продольной арматуры вдоль оси X
 $d_{sux} = 14 \text{ мм};$
- Шаг стержней нижней продольной арматуры вдоль оси X
 $s_{ux} = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м};$
- Диаметр стержней верхней продольной арматуры вдоль оси X
 $d_{sbx} = 14 \text{ мм};$
- Шаг стержней верхней продольной арматуры вдоль оси X
 $s_{bx} = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м};$
- Диаметр стержней нижней продольной арматуры вдоль оси Y
 $d_{siy} = 14 \text{ мм};$
- Шаг стержней нижней продольной арматуры вдоль оси Y
 $s_{iy} = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м};$
- Диаметр стержней верхней продольной арматуры вдоль оси Y
 $d_{siy} = 14 \text{ мм};$
- Шаг стержней верхней продольной арматуры вдоль оси Y
 $s_{by} = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м};$
- Расстояние от равнодействующей усилий в нижней арматуре в направлении X до ближайшей грани $a_{ux} = 3,5 \text{ см} = 0,035 \text{ м};$
- Расстояние от равнодействующей усилий в верхней арматуре в направлении X до ближайшей грани $a_{bx} = 3,5 \text{ см} = 0,035 \text{ м};$
- Расстояние от равнодействующей усилий в нижней арматуре в направлении Y до ближайшей грани $a_{iy} = 3,5 \text{ см} = 0,035 \text{ м};$
- Расстояние от равнодействующей усилий в верхней арматуре в направлении Y до ближайшей грани $a_{by} = 3,5 \text{ см} = 0,035 \text{ м};$

Усилия в двух направлениях:

- Изгибающий момент вокруг оси X $M_x = 1,52957 \text{ тс} \cdot \text{м} = 0,015 \text{ МН} \cdot \text{м};$
- Изгибающий момент вокруг оси Y $M_y = 1 \text{ тс} \cdot \text{м} = 0,00981 \text{ МН} \cdot \text{м};$
- Крутящий момент $M_{xy} = 1 \text{ тс} \cdot \text{м} = 0,00981 \text{ МН} \cdot \text{м};$
- Поперечная сила в направлении X $Q_x = -3,8 \text{ тс} = -0,03727 \text{ МН};$
- Поперечная сила в направлении Y $Q_y = 3,8 \text{ тс} = 0,03727 \text{ МН}.$

2.2.2 Результаты расчета

Расчетное сопротивление бетона

Конструкция – железобетонная.

Предварительное напряжение арматуры - отсутствует.

Класс бетона – В25.

Бетон – тяжелый.

Нормативное значение сопротивления бетона осевому сжатию для предельных состояний первой группы принимается $R_{bn} = 18,5$ МПа.

Нормативное значение сопротивления бетона осевому растяжению для предельных состояний первой группы принимается $R_{bn} = 1,55$ МПа.

Расчетное сопротивление бетона осевому сжатию принимается $R_b = 14,5$ МПа.

Расчетное сопротивление бетона осевому растяжению принимается $R_{bt} = 1,05$ МПа.

Класс бетона по прочности:

$B = 25$.

Учет особенностей работы бетона в конструкции

Действие нагрузки – продолжительное.

Коэффициент условия работы бетона, учитывающий длительность действия нагрузки: $\gamma_{b1} = 0,9$.

Конструкция бетонируется – в горизонтальном положении.

Коэффициент условия работы бетона, учитывающий бетонирование в вертикальном положении: $\gamma_{b3} = 1$.

Коэффициент условия работы бетона, учитывающий характер разрушения ячеистого бетона: $\gamma_{b4} = 1$.

Для надземной конструкции, при расчетной температуре наружного воздуха в зимний период не менее -40° :

Коэффициент условия работы бетона, учитывающий влияние попеременного замораживания и оттаивания: $\gamma_{b5} = 1$.

Группа предельных состояний - первая.

Сейсмичность площадки строительства - не более 6 баллов.

Коэффициент условия работы по [22] $m_{kp} = 1$.

Расчетное сопротивление бетона осевому сжатию, при $m_{kp} = 1$, определяется по формуле

$$R_b = \gamma_{b1} \cdot \gamma_{b3} \cdot \gamma_{b4} \cdot \gamma_{b5} \cdot R_{bn}, \quad (2.4)$$

где γ_{b1} – коэффициент условия работы бетона, учитывающий длительность действия нагрузки;

γ_{b3} – коэффициент условия работы бетона, учитывающий бетонирование в вертикальном положении;

γ_{b4} – коэффициент условия работы бетона, учитывающий характер разрушения ячеистого бетона;

γ_{b5} – коэффициент условия работы бетона, учитывающий влияние попеременного замораживания и оттаивания;

R_{bn} – расчетное значение сопротивления бетона осевому сжатию, МПа.

Принимаем: $\gamma_{b1} = 0,9$; $\gamma_{b3} = 1$; $\gamma_{b4} = 1$; $\gamma_{b5} = 1$; $R_{bn} = 14,5$ МПа.

Подставляем значения в формулу (2.4), получаем

$$R_b = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 14,5 = 13,05 \text{ МПа.}$$

Расчетное сопротивление бетона осевому сжатию определяется по формуле

$$R_b = m_{кр} \cdot \gamma_{b1} \cdot \gamma_{b3} \cdot \gamma_{b4} \cdot \gamma_{b5} \cdot R_b, \quad (2.5)$$

где γ_{b1} – то же, что и в формуле (2.4);
 γ_{b3} – то же, что и в формуле (2.4);
 γ_{b4} – то же, что и в формуле (2.4);
 γ_{b5} – то же, что и в формуле (2.4);
 R_b – то же, что и в формуле (2.4);
 $m_{кр}$ – коэффициент условия работы.

Принимаем: $\gamma_{b1} = 0,9$; $\gamma_{b3} = 1$; $\gamma_{b4} = 1$; $\gamma_{b5} = 1$; $R_b = 14,5 \text{ МПа}$; $m_{кр} = 1$.

Подставляем значения в формулу (2.5), получаем

$$R_b = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 14,5 = 13,05 \text{ МПа.}$$

Расчетное сопротивление бетона осевому растяжению при расчете на действие поперечных сил определяется по формуле

$$R_{bt} = \gamma_{b1} \cdot R_{bt}, \quad (2.6)$$

где γ_{b1} – то же, что и в формуле (2.4);
 R_{bt} – расчетное сопротивление бетона осевому растяжению.

Принимаем: $\gamma_{b1} = 0,9$; $R_{bt} = 1,05 \text{ МПа}$.

Подставляем значения в формулу (2.6), получаем

$$R_{bt} = 0,9 \cdot 1,05 = 0,945 \text{ МПа.}$$

Расчетное сопротивление бетона осевому растяжению определяется по формуле

$$R_{bt} = \gamma_{b1} \cdot R_{bt} \cdot m_{кр}, \quad (2.7)$$

где γ_{b1} – то же, что и в формуле (2.4);
 R_{bt} – то же, что и в формуле (2.6);
 $m_{кр}$ – то же, что и в формуле (2.5).
Принимаем: $\gamma_{b1} = 0,9$; $R_{bt} = 1,05 \text{ МПа}$; $m_{кр} = 1$.
Подставляем значения в формулу (2.7), получаем

$$R_{bt} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1,05 = 0,945 \text{ МПа.}$$

Расчетные значения прочностных характеристик арматуры

Класс ненапрягаемой продольной арматуры – А400.

Расчетное сопротивление продольной арматуры растяжению:
 $R_s = 350$ МПа.

Расчетное сопротивление продольной арматуры сжатию: $R_{sc} = 350$ МПа.

Поперечная арматура – рассматривается в данном расчете.

Класс поперечной арматуры – А240.

Расчетное сопротивление поперечной арматуры растяжению:
 $R_{sw} = 170$ МПа.

Расчетное сопротивление продольной арматуры растяжению определяется по формуле

$$R_s = m_{kp} \cdot R_s, \quad (2.8)$$

где R_s – расчетное сопротивление продольной арматуры растяжению, МПа;

m_{kp} – то же, что и в формуле (2.5).

Принимаем: $R_s = 350$ МПа; $m_{kp} = 1$.

Подставляем значения в формулу (2.8), получаем

$$R_s = 1 \cdot 350 = 350 \text{ МПа.}$$

Расчетное сопротивление продольной арматуры сжатию определяется по формуле

$$R_{sc} = m_{kp} \cdot R_{sc}, \quad (2.9)$$

где R_{sc} – расчетное сопротивление продольной арматуры сжатию, МПа;

m_{kp} – то же, что и в формуле (2.5).

Принимаем: $R_{sc} = 350$ МПа; $m_{kp} = 1$.

Подставляем значения в формулу (2.9), получаем

$$R_{sc} = 1 \cdot 350 = 350 \text{ МПа.}$$

Значение модуля упругости арматуры

Модуль упругости ненапрягаемой арматуры: $E_s = 200000$ МПа.

Определение значения начального модуля упругости бетона

Начальный модуль упругости принимается [табл. 6.11, 22] $E_b = 30000$ МПа.

Продолжение расчета по [п. п. 6.1.15, 22].

Т.к. $\gamma_{b1} < 1$:

Относительная влажность воздуха окружающей среды – 40 - 75%.

Коэффициент ползучести принимается [табл. 6.12, 22] $\varphi_{b,cr} = 2,5$.

Продолжение расчета по [п. п. 6.1.15, 22].

Начальный модуль упругости, принимаемый при продолжительном действии нагрузки определяется по формуле

$$E_{bt} = \frac{E_b}{1 + \varphi_{b,cr}}, \quad (2.10)$$

где E_b – начальный модуль упругости, МПа;
 $\varphi_{b,cr}$ – коэффициент ползучести.
 Принимаем: $E_b = 30000$ МПа; $\varphi_{b,cr} = 2,5$.
 Подставляем значения в формулу (2.10), получаем

$$E_{bt} = \frac{30000}{1+2,5} = 8571,42857 \text{ МПа.}$$

Определение граничной относительной высоты сжатой зоны

Относительная деформация растянутой арматуры определяется по формуле

$$\varepsilon_{s,el} = \frac{R_s}{E_s}, \quad (2.11)$$

где R_s – то же, что и в формуле (2.8);
 E_s – модуль упругости ненапрягаемой арматуры, МПа.
 Принимаем: $R_s = 350$ МПа; $E_s = 2000000$ МПа.
 Подставляем значения в формулу (2.11), получаем

$$\varepsilon_{s,el} = \frac{350}{2000000} = 0,00175.$$

Относительная деформация бетона: $\varepsilon_{b2} = 0,0035$.

Продолжение расчета по [п. п. 8.1.6, 22]

Граничная относительная высота сжатой зоны определяется по формуле

$$\xi_R = \frac{0,8}{1 + \frac{\varepsilon_{s,el}}{\varepsilon_{b2}}}, \quad (2.12)$$

где $\varepsilon_{s,el}$ – относительная деформация растянутой арматуры;
 ε_{b2} – относительная деформация бетона.
 Принимаем: $\varepsilon_{s,el} = 0,00175$; $\varepsilon_{b2} = 0,0035$.
 Подставляем значения в формулу (2.12), получаем

$$\xi_R = \frac{0,8}{1 + \frac{0,00175}{0,0035}} = 0,53333.$$

2.2.3 Расчет плоских плит

Изгибающий момент из расчета нормальных сечений, перпендикулярных оси Y, плоского выделенного элемента с продольной арматурой, параллельной оси Y: $M_y = M_x = 0,015 \text{ МН} \cdot \text{м} = 1,53 \text{ тс} \cdot \text{м}$.

Изгибающий момент из расчета нормальных сечений, перпендикулярных оси X, плоского выделенного элемента с продольной арматурой, параллельной оси X: $M_x = M_y = 0,00981 \text{ МН} \cdot \text{м} = 1 \text{ тс} \cdot \text{м}$.

Арматура плит - верхняя и нижняя (изгибающие моменты вводятся со своими знаками).

Площадь нижней продольной арматуры вдоль оси X:

$$A_{SHX} = \pi \cdot \frac{d_{SHX}^2}{4 \cdot 10^6 \cdot S_{SHX}}, \quad (2.13)$$

где π – математическая постоянная;

d_{SHX} – диаметр стержней нижней продольной арматуры вдоль оси X, мм;

S_{SHX} – шаг стержней нижней продольной арматуры вдоль оси X, м.

Принимаем: $\pi = 3,14159$; $d_{SHX} = 14 \text{ мм}$; $S_{SHX} = 0,1 \text{ м}$.

Подставляем значения в формулу (2.13), получаем

$$A_{SHX} = 3,14159 \cdot \frac{14^2}{4 \cdot 10^6 \cdot 0,1} = 0,00154 \text{ м}^2 = 15,4 \text{ см}^2.$$

Площадь верхней продольной арматуры вдоль оси X определяется по формуле

$$A_{SBX} = \pi \cdot \frac{d_{SBX}^2}{4 \cdot 10^6 \cdot S_{SBX}}, \quad (2.14)$$

где π – то же, что и в формуле (2.13);

d_{SBX} – диаметр стержней верхней продольной арматуры вдоль оси X, мм;

S_{SBX} – шаг стержней верхней продольной арматуры вдоль оси X, м.

Принимаем: $\pi = 3,14159$; $d_{SBX} = 14 \text{ мм}$; $S_{SBX} = 0,1 \text{ м}$.

Подставляем значения в формулу (2.14), получаем

$$A_{SBX} = 3,14159 \cdot \frac{14^2}{4 \cdot 10^6 \cdot 0,1} = 0,00154 \text{ м}^2 = 15,4 \text{ см}^2.$$

Площадь нижней продольной арматуры вдоль оси Y определяется по формуле

$$A_{SHY} = \pi \cdot \frac{d_{SHY}^2}{4 \cdot 10^6 \cdot S_{SHY}}, \quad (2.15)$$

где π – то же, что и в формуле (2.13);

d_{SHY} – диаметр стержней нижней продольной арматуры вдоль оси Y, мм;
 S_{SHY} – шаг стержней нижней продольной арматуры вдоль оси Y, м.
 Принимаем: $\pi = 3,14159$; $d_{SHY} = 14$ мм; $S_{SHY} = 0,1$ м.
 Подставляем значения в формулу (2.15), получаем

$$A_{SHY} = 3,14159 \cdot \frac{14^2}{4 \cdot 10^6 \cdot 0,1} = 0,00154 \text{ м}^2 = 15,4 \text{ см}^2.$$

Площадь верхней продольной арматуры вдоль оси Y определяется по формуле

$$A_{SBY} = \pi \cdot \frac{d_{SBY}^2}{4 \cdot 10^6 \cdot S_{SBY}}, \quad (2.16)$$

где π – то же, что и в формуле (2.13);
 d_{SBY} – диаметр стержней верхней продольной арматуры вдоль оси Y, мм;
 S_{SBY} – шаг стержней верхней продольной арматуры вдоль оси Y, м.
 Принимаем: $\pi = 3,14159$; $d_{SBY} = 14$ мм; $S_{SBY} = 0,1$ м.
 Подставляем значения в формулу (2.17), получаем

$$A_{SBX} = 3,14159 \cdot \frac{14^2}{4 \cdot 10^6 \cdot 0,1} = 0,00154 \text{ м}^2 = 15,4 \text{ см}^2.$$

Площадь сечения арматуры в направлении X определяется по формуле

$$A_{SX} = A_{SHX} + A_{SBX}, \quad (2.17)$$

где A_{SHX} – площадь нижней продольной арматуры вдоль оси X, см²;
 A_{SBX} – площадь верхней продольной арматуры вдоль оси X, см².
 Принимаем: $A_{SHX} = 15,4$ см²; $A_{SBX} = 15,4$ см².
 Подставляем значения в формулу (2.17), получаем

$$A_{SX} = 15,4 + 15,4 = 30,8 \text{ см}^2.$$

Площадь сечения арматуры в направлении Y определяется по формуле

$$A_{SY} = A_{SHY} + A_{SBY}, \quad (2.18)$$

где A_{SHY} – площадь нижней продольной арматуры вдоль оси Y, см²;
 A_{SBY} – площадь верхней продольной арматуры вдоль оси Y, см².
 Принимаем: $A_{SHY} = 15,4$ см²; $A_{SBY} = 15,4$ см².
 Подставляем значения в формулу (2.18), получаем

$$A_{SY} = 15,4 + 15,4 = 30,8 \text{ см}^2.$$

Определение $M_{x,ult}$

Т.к. $M_x \geq 0$ МН·м = 0 тс·м:

Площадь ненапрягаемой растянутой арматуры $A_s = A_{shx} = 0,00154 \text{ м}^2 = 15,4 \text{ см}^2$.

Площадь ненапрягаемой сжатой арматуры $A'_s = A_{sbx} = 0,00154 \text{ м}^2 = 15,4 \text{ см}^2$.

Расстояние от равнодействующей усилий в арматуре S до грани сечения $a_s = a_{hx} = 0,035 \text{ м} = 3,5 \text{ см}$.

Расстояние от равнодействующей усилий в арматуре S' до грани сечения $a'_s = a_{bx} = 0,035 \text{ м} = 3,5 \text{ см}$.

Высота сжатой зоны определяется по формуле

$$x = \frac{R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A'_s}{R_b \cdot b}, \quad (2.19)$$

где R_s – то же, что и в формуле (2.9);

R_{sc} – то же, что и в формуле (2.10);

R_b – то же, что и в формуле (2.4);

A_s – площадь ненапрягаемой растянутой арматуры, м^2 ;

A'_s – площадь ненапрягаемой сжатой арматуры, м^2 ;

b – ширина сечения, м.

Принимаем: $R_s = 350 \text{ МПа}$; $R_{sc} = 350 \text{ МПа}$; $R_b = 13,05 \text{ МПа}$; $A_s = 0,00154 \text{ м}^2$; $A'_s = 0,00154 \text{ м}^2$; $b = 1 \text{ м}$.

Подставляем значения в формулу (2.19), получаем

$$x = \frac{350 \cdot 0,00154 - 350 \cdot 0,00154}{13,05 \cdot 1} = -3,68878E - 18 \text{ м} = -3,69E - 16 \text{ см}.$$

Рабочая высота сечения определяется по формуле

$$h_0 = h - a_s, \quad (2.20)$$

где h – высота сечения, м;

a_s – расстояние от равнодействующей усилий в арматуре S до грани сечения, м.

Принимаем: $h = 0,2 \text{ м}$; $a_s = 0,035 \text{ м}$.

Подставляем значения в формулу (2.20), получаем

$$h_0 = 0,2 - 0,035 = 0,165 \text{ м} = 16,5 \text{ см}.$$

Относительная высота сжатой зоны определяется по формуле

$$\xi = \frac{x}{h_0}, \quad (2.21)$$

где x – высота сжатой зоны, м;

h_0 – рабочая высота сечения, м.

Принимаем: $x = 0$ м; $h_0 = 0,165$ м.

Подставляем значения в формулу (2.21), получаем

$$\xi = \frac{0}{0,165} = 0.$$

Т.к. $\xi = 0 \leq \xi_R = 0,53333$; $x \leq 0$ м = 0 см :

Предельный изгибающий момент определяется по формуле

$$M_{ult} = R_{sc} \cdot A_s \cdot (h_0 - a'_s), \quad (2.22)$$

где h_0 – то же, что и в формуле (2.21);

R_{sc} – то же, что и в формуле (2.10);

A_s – то же, что и в формуле (2.19);

a'_s – расстояние от равнодействующей усилий в арматуре S' до грани сечения, м.

Принимаем: $h_0 = 0,165$ м; $R_{sc} = 350$ МПа; $A'_s = 0,00154$ м; $a'_s = 0,035$ м.

Подставляем значения в формулу (2.22), получаем

$$M_{ult} = 350 \cdot 0,00154 \cdot (0,165 - 0,035) = 0,07007 \text{ МН} \cdot \text{м} = 7,15 \text{ тс} \cdot \text{м}.$$

Предельный изгибающий момент $M_{x,ult} = M_{ult} = 0,07007 \text{ МН} \cdot \text{м} = 7,15 \text{ тс} \cdot \text{м}.$

Определение $M_{y,ult}$

Т.к. $M_y \geq 0 \text{ МН} \cdot \text{м} = 0 \text{ тс} \cdot \text{м}:$

Площадь ненапрягаемой растянутой арматуры $A_s = A_{sny} = 0,00154 \text{ м}^2 = 15,4 \text{ см}^2.$

Площадь ненапрягаемой сжатой арматуры $A'_s = A_{sby} = 0,00154 \text{ м}^2 = 15,4 \text{ см}^2.$

Расстояние от равнодействующей усилий в арматуре S до грани сечения $a_s = a_{ny} = 0,035 \text{ м} = 3,5 \text{ см}.$

Расстояние от равнодействующей усилий в арматуре S' до грани сечения $a'_s = a_{by} = 0,035 \text{ м} = 3,5 \text{ см}.$

Высота сжатой зоны определяется по формуле

$$x = \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_s}{R_b b}, \quad (2.23)$$

где R_b – то же, что и в формуле (2.4);

b – то же, что и в формуле (2.19);

R_s – то же, что и в формуле (2.9);

A_s – то же, что и в формуле (2.19);

R_{sc} – то же, что и в формуле (2.10);

A'_s – то же, что и в формуле (2.19);

Принимаем: $R_b = 13,05$ МПа; $b = 1$ м; $R_s = 350$ МПа; $A_s = 0,00154$ м;
 $R_{sc} = 350$ МПа; $A'_s = 0,00154$ м.

Подставляем значения в формулу (2.23), получаем

$$x = \frac{350 \cdot 0,00154 - 350 \cdot 0,00154}{13,05 \cdot 1} = -3,69E - 16 \text{ м} = -3,69E - 16 \text{ см}.$$

Т.к. $x < 0 \text{ м} = 0 \text{ см}$:

Высота сжатой зоны $x = 0$ м .

Рабочая высота сечения определяется по формуле

$$h_0 = h - a_s, \quad (2.24)$$

где h – то же, что и в формуле (2.20);

a_s – то же, что и в формуле (2.20);

Принимаем: $h = 0,2$ м; $a_s = 0,035$ м.

Подставляем значения в формулу (2.25), получаем

$$h_0 = 0,2 - 0,035 = 0,165 \text{ м} = 16,5 \text{ см}.$$

Относительная высота сжатой зоны определяется по формуле

$$\xi = \frac{x}{h_0}, \quad (2.25)$$

где x – то же, что и в формуле (2.21);

h_0 – то же, что и в формуле (2.21).

Принимаем: $x = 0$ м; $h_0 = 0,16$ м.

Подставляем значения в формулу (2.25), получаем

$$\xi = \frac{0}{0,165} = 0.$$

Т.к. $\xi = 0 \leq \xi_R = 0,53333$; $x > 0 \text{ м} = 0 \text{ см}$

Предельный изгибающий момент определяется по формуле

$$M_{ult} = R_s \cdot A_s \cdot (h_0 - a'_s), \quad (2.26)$$

где h_0 – то же, что и в формуле (2.21);

R_s – то же, что и в формуле (2.9);

A_s – то же, что и в формуле (2,19);

a'_s – то же, что и в формуле (2.22).

Принимаем; $h_0 = 0,16$ м; $R_s = 350$ МПа; $A_s = 0,00154$ м; $a'_s = 0,035$ м.

Подставляем значения в формулу (2.26), получаем

$$M_{ult} = 350 \cdot 0,00154 \cdot (0,16 - 0,035) = 0,07007 \text{ МН} \cdot \text{м} = 7,15 \text{ тс} \cdot \text{м}.$$

Предельный изгибающий момент $M_{y,ult} = M_{ult} = 0,07007 \text{ МН} \cdot \text{м} = 7,15 \text{ тс} \cdot \text{м}.$

Меньший размер поперечного сечения элемента $b = h = 0,2 \text{ м} = 20 \text{ см}.$

Большой размер поперечного сечения элемента $h = b = 1 \text{ м} = 100 \text{ см}.$

Предельный крутящий момент по бетону определяется по формуле

$$M_{BXY,ult} = 0,1 \cdot R_b \cdot b^2 \cdot h, \quad (2.27)$$

где R_b – то же, что и в формуле (2.4);

b – то же, что и в формуле (2.19);

h – большой размер поперечного сечения, м.

Принимаем: $R_b = 13,05 \text{ МПа}; b = 0,2 \text{ м}; h = 1 \text{ м}.$

Подставляем значения в формулу (2.27), получаем

$$M_{BXY,ult} = 0,1 \cdot 13,05 \cdot 0,2^2 \cdot 1 = 0,0522 \text{ МН} \cdot \text{м} = 5,32 \text{ тс} \cdot \text{м}.$$

Предельный крутящий момент по арматуре определяется по формуле

$$M_{SXY,ult} = 0,5 \cdot R_s \cdot (A_{sx} + A_{sy}) \cdot h_0, \quad (2.28)$$

где h_0 – то же, что и в формуле (2.21);

R_s – то же, что и в формуле (2.9);

A_{sx} – площадь сечения арматуры в направлении X, м^2 ;

A_{sy} – площадь сечения арматуры в направлении Y, м^2 .

Принимаем: $R_s = 350 \text{ МПа}; A_{sx} = 0,00308 \text{ м}^2; A_{sy} = 0,00308 \text{ м}^2;$
 $h_0 = 0,165 \text{ м}.$

Подставляем значения в формулу (2.28), получаем

$$M_{SXY,ult} = 0,5 \cdot 350 \cdot (0,00308 + 0,00308) \cdot 0,165 = 0,17787 \text{ МН} \cdot \text{м} = 18,14 \text{ тс} \cdot \text{м}.$$

Предельный крутящий момент определяется по формуле

$$M_{xy,ult} = M_{BXY,ult} + M_{SXY,ult}, \quad (2.29)$$

где $M_{BXY,ult}$ – предельный крутящий момент по бетону, $\text{МН} \cdot \text{м};$

$M_{SXY,ult}$ – Предельный крутящий момент по арматуре, $\text{МН} \cdot \text{м}.$

Принимаем: $M_{BXY,ult} = 0,0522 \text{ МН} \cdot \text{м}; M_{SXY,ult} = 0,17787 \text{ МН} \cdot \text{м}.$

$$M_{xy,ult} = 0,0522 + 0,17787 = 0,23007 \text{ МН} \cdot \text{м} = 23,46 \text{ тс} \cdot \text{м}.$$

$\text{abs}(M_x) = \text{abs}(0,00981) = 0,00981 \text{ МН м} = 1,00034 \text{ тс м}$ $M_{x, \text{ult}} = 0,07007 \text{ МН м} = 7,14515 \text{ тс м}$ (14,00029% от предельного значения) - условие выполнено.

$\text{abs}(M_y) = \text{abs}(0,015) = 0,015 \text{ МН м} = 1,52957 \text{ тс м}$ $M_{y, \text{ult}} = 0,07007 \text{ МН м} = 7,14515 \text{ тс м}$ (21,40716% от предельного значения) - условие выполнено.

$\text{abs}(M_{xy}) = \text{abs}(0,00981) = 0,00981 \text{ МН м} = 1 \text{ тс м}$ $M_{xy, \text{ult}} = 0,23007 \text{ МН м} = 23,46061 \text{ тс м}$ (4,26246% от предельного значения) – условие выполнено.

$\text{abs}(M_{xy}) = \text{abs}(0,00981) = 0,00981 \text{ МН м} = 1 \text{ тс м} \leq \sqrt{(M_{x, \text{ult}} - \text{abs}(M_x)) \cdot (M_{y, \text{ult}} - \text{abs}(M_y))} = \sqrt{(0,07007 - \text{abs}(0,00981)) \cdot (0,07007 - \text{abs}(0,015))} = 0,05761 \text{ МН м} = 5,87424 \text{ тс м}$ (17,02349% от предельного значения) – условие выполнено.

Расчет – без учета N_{xy} .

2.2.4 Расчет плоских плит на действие поперечных сил

Изгибающий момент из расчета нормальных сечений, перпендикулярных оси Y, плоского выделенного элемента с продольной арматурой, параллельной оси Y $M_y = M_x = 0,015 \text{ МН м} = 1,53 \text{ тс м}$.

Изгибающий момент из расчета нормальных сечений, перпендикулярных оси X, плоского выделенного элемента с продольной арматурой, параллельной оси X $M_x = M_y = 0,00981 \text{ МН м} = 1 \text{ тс м}$.

Определение $Q_{x, \text{ult}}$

Т.к. $M_x > 0 \text{ МН м} = 0 \text{ тс м}$.

Расстояние от равнодействующей усилий в арматуре S до грани сечения $a_s = a_{\text{ик}} = 0,035 \text{ м} = 3,5 \text{ см}$.

Рабочая высота сечения для продольной арматуры, расположенной в направлении X определяется по формуле

$$h_{0x} = h - a_s, \quad (2.30)$$

где h – то же, что и в формуле (2.20);

a_s – то же, что и в формуле (2.20);

Принимаем: $h = 0,2 \text{ м}$; $a_s = 0,035 \text{ м}$.

Подставляем значения в формулу (2.30), получаем

$$h_{0x} = 0,2 - 0,035 = 0,165 \text{ м} = 16,5 \text{ см}.$$

Поперечная сила, воспринимаемая бетоном, определяется по формуле

$$Q_{bx} = 0,5 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_{0x}, \quad (2.31)$$

где R_{bt} – то же, что и в формуле (2.7);
 b – то же, что и в формуле (2.19);
 h_{ox} – рабочая высота сечения для продольной арматуры, расположенной в направлении X, м.

Принимаем: $R_{bt} = 0,945$ МПа; $b = 1$ м; $h_{ox} = 0,165$ м.

Подставляем значения в формулу (2.32), получаем

$$Q_{bx} = 0,5 \cdot 0,945 \cdot 1 \cdot 0,165 = 0,07796 \text{ МН} = 7,95 \text{ тс.}$$

Т.к. $Q_x = 0,03727 \text{ МН} = 3,80048 \text{ тс} \leq Q_{bx} = 0,07796 \text{ МН} = 7,94971 \text{ тс}$:

– поперечная арматура не требуется, расчет ведется без учета поперечной арматуры.

Усилие в поперечной арматуре: $Q_{sw,x} = 0$ МН.

Предельное значение поперечной силы Q_x определяется по формуле

$$Q_{x,ult} = Q_{bx} + Q_{sw,x}, \quad (2.32)$$

где Q_{bx} – поперечная сила, воспринимаемая бетоном, МН;

$Q_{sw,x}$ – усилие в поперечной арматуре, МН.

Принимаем: $Q_{bx} = 0,07796$ МН; $Q_{sw,x} = 0$ МН.

Подставляем значения в формулу (2.32), получаем

$$Q_{x,ult} = 0,07796 + 0 = 0,07796 \text{ МН} = 7,94 \text{ тс.}$$

Определение $Q_{v,ult}$

Т.к. $M_y \geq 0 \text{ МН} \cdot \text{м} = 0 \text{ тс} \cdot \text{м}$:

Расстояние от равнодействующей усилий в арматуре S до грани сечения $a_s = a_{ny} = 0,035 \text{ м} = 3,5 \text{ см}$.

Рабочая высота сечения для продольной арматуры, расположенной в направлении Y определяется по формуле

$$h_{oy} = h - a_s, \quad (2.33)$$

где h – то же, что и в формуле (2.20);

a_s – то же, что и в формуле (2.20);

Принимаем: $h = 0,2$ м; $a_s = 0,035$ м.

Подставляем значения в формулу (2.33), получаем

$$h_{oy} = 0,2 - 0,035 = 0,165 \text{ м} = 16,5 \text{ см.}$$

Поперечная сила, воспринимаемая бетоном, определяется по формуле

$$Q_{by} = 0,5 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_{oy}, \quad (2.34)$$

где R_{bt} – то же, что и в формуле (2.7);
 b – то же, что и в формуле (2.19);
 h_{ox} – рабочая высота сечения для продольной арматуры, расположенной в направлении Y, м.

Принимаем: $R_{bt} = 0,945$ МПа; $b = 1$ м; $h_{oy} = 0,165$ м.

Подставляем значения в формулу (2.34), получаем

$$Q_{by} = 0,5 \cdot 0,945 \cdot 1 \cdot 0,165 = 0,07796 \text{ МН} = 7,95 \text{ тс.}$$

Т.к. $Q_y = 0,03727 \text{ МН} = 3,80048 \text{ тс} \leq Q_{by} = 0,07796 \text{ МН} = 7,94971 \text{ тс}$:

– поперечная арматура не требуется, расчет ведется без учета поперечной арматуры.

Усиление в поперечной арматуре: $Q_{sw,y} = 0$ МН.

Предельное значение поперечной силы Q_y определяется по формуле

$$Q_{y,ult} = Q_{by} + Q_{sw,y}, \quad (2.35)$$

где Q_{by} – поперечная сила, воспринимаемая бетоном, МН;

$Q_{sw,y}$ – усиление в поперечной арматуре, МН.

Принимаем: $Q_{by} = 0,07796$ МН; $Q_{sw,y} = 0$ МН.

Подставляем значения в формулу (2.35), получаем

$$Q_{y,ult} = 0,07796 + 0 = 0,07796 \text{ МН} = 7,95 \text{ тс.}$$

2.2.5 Проверка условия прочности при действии поперечных сил

Проверка условия прочности при действии поперечных сил определяется по формуле

$$\frac{Q_x}{Q_{x,ult}} + \frac{Q_y}{Q_{y,ult}}, \quad (2.36)$$

где Q_x – поперечная сила в направлении X, МН;

Q_y – поперечная сила в направлении Y, МН;

$Q_{x,ult}$ – предельное значение поперечной силы, МН;

$Q_{y,ult}$ – предельное значение поперечной силы, МН.

Принимаем: $Q_x = 0,03727$ МН; $Q_y = 0,03727$ МН; $Q_{x,ult} = 0,07796$ МН;
 $Q_{y,ult} = 0,07796$ МН.

Подставляем значения в формулу (2.36), получаем

$$\frac{0,03727}{0,07796} + \frac{0,03727}{0,07796} = 0,95613 \leq 1 \text{ МН} = 101,97162 \text{ тс.}$$

(95,61 % от предельного значения) – условие выполнено.

2.2.6 Проверка требования минимального процента армирования

Элемент – изгибаемый.

Сечение – прямоугольное.

Арматура расположена по контуру сечения – не равномерно.

Приведенное значение толщины защитного слоя растянутой арматуры
 $a = a_s = 0,035 \text{ м} = 3,5 \text{ см}.$

Приведенное значение толщины защитного слоя сжатой арматуры:
 $a' = a'_s = 0,035 \text{ м} = 3,5 \text{ см}.$

Рабочая высота сечения определяется по формуле

$$h_0 = h - a, \quad (2.37)$$

где h – высота сечения, м;

a – приведенное значение толщины защитного слоя растянутой арматуры, м.

Принимаем: $h = 0,2 \text{ м}$; $a = 0,035 \text{ м}.$

Подставляем значения в формулу (2.37), получаем

$$h_0 = 0,2 - 0,035 = 0,165 \text{ м} = 16,5 \text{ см}.$$

Коэффициент армирования определяется по формуле

$$m_s = \frac{A_s}{b \cdot h_0} \cdot 100, \quad (2.38)$$

где A_s – то же, что и в формуле (2.19);

b – то же, что и в формуле (2.19);

h_0 – то же, что и в формуле (2.19).

Принимаем: $A_s = 0,00154 \text{ м}^2$; $b = 1 \text{ м}$; $h_0 = 0,165 \text{ м}.$

Подставляем значения в формулу (2.38), получаем

$$m_s = \frac{0,00154}{1 \cdot 0,165} \cdot 100 = 0,93333 \text{ \%}.$$

$m_s \geq 0,1 \text{ \%}$ (933,3 % от предельного значения) – условие выполнено.

2.3 Рама

Статический расчет рамы выполнен в SCAD. Расчетная схема и таблица усилий представлены в приложении Г.

2.4 Железобетонная колонна

Расчет прямоугольного сечения колонны по прочности выполнен с помощью программной системы NormCAD.

2.4.1 Расчет колонн прямоугольного сечения по прочности

Исходные данные:

– Расстояние от равнодействующей усилий в арматуре S до грани сечения
 $a_s = 5 \text{ см} = 5 / 100 = 0,05 \text{ м};$

Поперечная арматура:

– Шаг стержней поперечной арматуры, воспринимающей силу Q_x
 $s_{w, x} = 10 \text{ см} = 0,10 \text{ м};$
– Шаг стержней поперечной арматуры, воспринимающей силу Q_y
 $s_{w, y} = 10 \text{ см} = 0,10 \text{ м};$
– Диаметр поперечной арматуры, воспринимающей силу Q_x $d_{sw, x} = 12 \text{ мм};$
– Диаметр поперечной арматуры, воспринимающей силу Q_y $d_{sw, y} = 12 \text{ мм};$
– Количество рядов поперечной арматуры, воспринимающей силу Q_x
 $n_{sw, x} = 17 ;$
– Количество рядов поперечной арматуры, воспринимающей силу Q_y
 $n_{sw, y} = 17 ;$

Размеры элемента:

– Длина элемента или расстояние между точками закрепления
 $l = 11,8 \text{ см} = 0,118 \text{ м};$
– Расчетная длина элемента в плоскости действия M_x
 $l_{ox} = 1100 \text{ см} = 11 \text{ м};$
– Расчетная длина элемента в плоскости действия M_y
 $l_{oy} = 1100 \text{ см} = 11 \text{ м};$

Сечение элемента:

– Высота грани сечения поперек оси Y $h_y = 40 \text{ см} = 0,4 \text{ м};$
– Высота грани сечения поперек оси X $h_x = 40 \text{ см} = 0,4 \text{ м};$

Усилия:

– Продольная сила $N = 37,15 \text{ тс} = 37,15 / 101,97 = 0,36 \text{ МН};$
– Продольная сила от постоянной и длительной нагрузки
 $N_l = 37,15 \text{ тс} = 37,15 / 101,97 = 0,36 \text{ МН};$
– Крутящий момент от внешней нагрузки $T = 1,4 \text{ тс} \cdot \text{м} = 1,4 / 101,97 = 0,0102 \text{ МН} \cdot \text{м};$

Усилия в двух направлениях:

- Изгибающий момент вокруг оси X $M_x = 0 \text{ тс} \cdot \text{м}$;
- Изгибающий момент вокруг оси Y $M_y = 165,48 \text{ тс} \cdot \text{м} = 165,48 / 101,97 = 1,62 \text{ МН} \cdot \text{м}$;
- Изгибающий момент вокруг оси X от постоянной и длительной нагрузки $M_{lx} = 0 \text{ тс}$;
- Изгибающий момент вокруг оси Y от постоянной и длительной нагрузки $M_{ly} = 68,93 \text{ тс} \cdot \text{м} = 68,93 / 101,97 = 0,6 \text{ МН} \cdot \text{м}$;
- Поперечная сила в направлении X $Q_x = 14,64 \text{ тс} = 14,64 / 101,97 = 0,14 \text{ МН}$;
- Поперечная сила в направлении Y $Q_y = 14,64 \text{ тс} = 14,64 / 101,97 = 0,14 \text{ МН}$;

Характеристики распределенной арматуры представлены на рисунке 2.1.

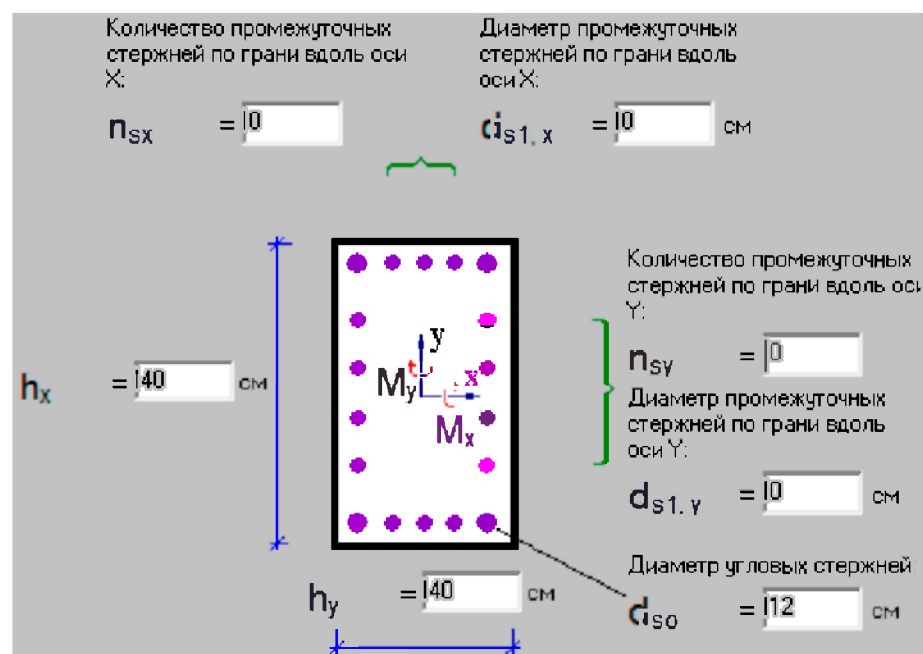


Рисунок 2.1–Характеристики распределенной арматуры

- Диаметр углового стержня $d_{so} = 12 \text{ см} = 0,12 \text{ м}$;

Результаты расчета:

Расчетное сопротивление бетона

Класс бетона по прочности – В30;

Нормативное значение сопротивления бетона осевому сжатию для предельных состояний первой группы принимается по [табл. 6.7, 22] $R_{bn} = 18,5 \text{ МПа}$.

Нормативное значение сопротивления бетона осевому растяжению для предельных состояний первой группы принимается по [табл. 6.7, 22] $R_{btн} = 1,55 \text{ МПа}$.

Расчетное сопротивление бетона осевому сжатию принимается по [табл. 6.8, 22] $R_b = 14,5 \text{ МПа}$.

Расчетное сопротивление бетона осевому растяжению принимается по [табл. 6.8, 22] $R_{bt} = 1,05 \text{ МПа}$.

Расстояние от равнодействующей усилий в арматуре S' до грани сечения:
 $a'_s = a_s = 0,05 \text{ м} = 5 \text{ см}$.

Элемент – внецентренно-сжатый.

Изгиб элемента – в двух плоскостях.

Учет особенностей работы бетона в конструкции

Действие нагрузки – продолжительное.

Коэффициент условия работы бетона, учитывающий длительность действия нагрузки:

$\gamma_{b1} = 0,9$.

Конструкция бетонируется – в вертикальном положении.

Высота слоя бетонирования – не более 1,5 м.

Коэффициент условия работы бетона, учитывающий бетонирование в вертикальном положении:

$\gamma_{b3} = 1$.

Коэффициент условия работы бетона, учитывающий характер разрушения ячеистого бетона:

$\gamma_{b4} = 1$.

Для надземной конструкции, при расчетной температуре наружного воздуха в зимний период не менее -40 град.:

Коэффициент условия работы бетона, учитывающий влияние попеременного замораживания и оттаивания:

$\gamma_{b5} = 1$.

Группа предельных состояний – первая.

Сейсмичность площадки строительства – 6 баллов.

Коэффициент условия работы:

$m_{кр} = 1$.

Расчетное сопротивление бетона осевому сжатию при $m_{кр} = 1$ определяется по формуле

$$R_b = m_{кр} \cdot \gamma_{b1} \cdot \gamma_{b2} \cdot \gamma_{b4} \cdot R_{bn}, \quad (2.39)$$

где R_{bn} – нормативное значение сопротивления бетона сжатию;

γ_{b1} – коэффициент для бетонных и железобетонных конструкций, вводимый к расчетным значениям сопротивлений бетона и учитывающий влияние длительности действия статической нагрузки;

γ_{b2} – коэффициент для бетонных конструкций, вводимый к расчетным значениям сопротивления бетона и учитывающий характер разрушения таких конструкций;

γ_{b4} – коэффициент для ячеистых бетонов, вводимый к расчетному значению сопротивления бетона.

$m_{кр}$ – коэффициент условия работы.

Принимаем: $R_{bn} = 13,05$ МПа, $\gamma_{b1}=0,9$, $\gamma_{b2}=1$, $\gamma_{b4}=1$, $m_{кр}=1$.

Подставляем значения в формулу (2.41) получаем

$$R_b = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 14,5 = 13,05 \text{ МПа}.$$

Расчетное сопротивление бетона осевому растяжению при расчете на действие поперечных сил определяется по формуле

$$R_{bt} = \gamma_{b1} \cdot R_{bt,n}, \quad (2.40)$$

где γ_{b1} – то же, что в формуле (2.39);

$R_{bt,n}$ – нормативное значение сопротивления бетона растяжению.

Принимаем: $\gamma_{b1}=0,9$, $R_{bt,n}=1,05$ МПа

Подставляем значения в формулу (2.40), получаем

$$R_{bt} = 0,9 \cdot 1,05 = 0,945 \text{ МПа}.$$

Определение значения начального модуля упругости бетона

Начальный модуль упругости принимается $E_b = 30000$ МПа.

Т.к. $\gamma_{b1} < 1$:

Относительная влажность воздуха окружающей среды – 40 - 75%.

Коэффициент ползучести принимается $\varphi_{b, cr} = 2,5$.

Начальный модуль упругости, принимаемый при продолжительном действии нагрузки, определяется по формуле

$$E_{b,t} = \frac{E_b}{1 + \varphi_{b, cr}}, \quad (2.40)$$

где $\varphi_{b, cr}$ – коэффициент ползучести бетона;

E_b – начальный модуль упругости бетона.

Принимаем: $\varphi_{b, cr}=2,3$; $E_b=30000$ МПа.

Подставляем значения в формуле (2.40), получаем

$$E_{b,t} = \frac{30000}{1+2,3} = 8571,43 \text{ МПа}.$$

Расчетные значения прочностных характеристик арматуры

Класс ненапрягаемой продольной арматуры – А500.

Расчетное сопротивление продольной арматуры растяжению $R_s = 350$ МПа.

Т.к. $\gamma_{b1} < 1$:

Расчетное сопротивление продольной арматуры сжатию $R_{sc} = 350$ МПа.

Поперечная арматура – рассматривается в данном расчете.

Класс поперечной арматуры – А500.

Расчетное сопротивление поперечной арматуры растяжению $R_{sw}=170$ МПа.

Расчетное сопротивление продольной арматуры растяжению определяется по формуле

$$R_s = m_{kp} \cdot R_{s,n}, \quad (2.41)$$

где m_{kp} – то же, что в формуле (2.4)
 $R_{s,n}$ – нормативное сопротивление арматуры растяжению.
Принимаем: $m_{kp} = 1$, $R_{s,n} = 350$ МПа.
Подставляем значения в формулу (2.41), принимаем

$$R_s = 1 \cdot 350 = 350 \text{ МПа}$$

Расчетное сопротивление продольной арматуры сжатию определяется по формуле

$$R_{sc} = m_{kp} \cdot R_{sc,n}, \quad (2.42)$$

где m_{kp} – то же, что в формуле (2.41)
 $R_{sc,n}$ – нормативное сопротивление арматуры сжатию.
Принимаем: $m_{kp} = 1$, $R_{sc,n} = 350$ МПа.
Подставляем значения в формулу (2.42), принимаем

$$R_{sc} = 1 \cdot 350 = 350 \text{ МПа}.$$

Модуль упругости ненапрягаемой арматуры $E_s = 200000$ МПа.

Расчет на основе деформационной модели

Диаметр угловых стержней ряда армирования 1:

$$d_{r1} = d_{s0} = 0,12 \text{ м} = 12 \text{ см}.$$

Расстояние от грани сечения до оси ряда армирования 1:

$$a_{r1} = a_s = 0,05 \text{ м} = 5 \text{ см}.$$

Параметры для диаграммы состояния растянутого бетона

Предельные относительные деформации бетона при растяжении
 $\epsilon_{blo} = 0,0001$.

Значение напряжений при растяжении определяется по формуле

$$s_{bt1} = 0,6 R_{bt}, \quad (2.43)$$

где R_{bt} – то же, что в формуле (2.40);
Принимаем: $R_{bt} = 1,035$ МПа.
Подставляем значения в формулу (2.43), получаем

$$s_{bt1} = 0,6 \cdot 0,945 = 0,561 \text{ МПа} .$$

Модуль упругости бетона при растяжении принимаем равным

$$E_{bt} = E_b = 8571,429 \text{ МПа} .$$

Значение относительных деформаций определяется по формуле

$$e_{bt1} = \frac{S_{bt1}}{E_{bt}} , \quad (2.44)$$

где S_{bt1} – то же, что в формуле (2.43);
 E_{bt} – то же, что в формуле (2.40).
 Принимаем: $S_{bt1}=0,621$ МПа, $E_{bt}=9848,48$ МПа.
 Подставляем значения в формулу (2.44), получаем

$$e_{bt1} = 0,567/8571,429 = 0,00006615 .$$

Согласно [п. 6.1.22, 22] принимаем значение относительных деформаций e_{bt2} при непродолжительном действии нагрузки $e_{bt2} = 0,00015$.

Определение эксцентриситета действия нагрузки

Случайный эксцентриситет по оси X определяется по формуле

$$e_{ax} = \max(l/600 ; h/30 ; 0,01), \quad (2.45)$$

где l – длина колонны;
 h – высота колонны;
 Принимаем: $l=0,118$ м, $h=0,4$ м.
 Подставляем значения в формулу (2.45), получаем

$$e_{ax} = \max(0,118/600; 0,4/30; 0,01) = 0,01333 \text{ м} = 1,33 \text{ см} .$$

Случайный эксцентриситет по оси Y определяется по формуле

$$e_{ay} = \max(l/600 ; b/30 ; 0,01), \quad (2.46)$$

где l – то же, что в формуле (2.45);
 h – то же, что в формуле (2.45).
 Принимаем: $l=0,118$ м, $h=0,4$ м.
 Подставляем значения в формулу (2.46), получаем

$$e_{ay} = \max(0,118/600; 0,4/30; 0,01) = 0,01333 \text{ м} = 1,33 \text{ см} .$$

Элемент – статически неопределимой конструкции.

Для элементов статически неопределимых конструкций значение эксцентриситета продольной силы относительно центра тяжести приведенного сечения принимают равным значению эксцентриситета, полученного из статического расчета, но не менее e_a .

Эксцентриситет продольной силы относительно оси Y определяется по формуле

$$e_{oy} = \text{abs}(M_y/N), \quad (2.47)$$

где M_y – изгибающий момент в колонне вдоль оси Y;
 N – продольная сила.

Принимаем: $M_y = 1,6228$ МНм, $N = 0,364$ МН.

Подставляем значения в формулу (2.47), получаем

$$e_{oy} = \text{abs}(1,6228/0,364) = 4,45 \text{ м} = 445,44 \text{ см}.$$

Т.к. $\text{abs}(M_y) = \text{abs}(1,6228) = 1,6228 \text{ МН м} = 165,47955 \text{ тс м} < \text{abs}(e_{oy} \cdot N) = \text{abs}(4,45437 \cdot 0,36432) = 1,6228 \text{ МН м} = 165,47985 \text{ тс м}$:

Изгибающий момент вдоль оси Y, определяется по формуле

$$M_y = \text{abs}(N \cdot e_{oy}), \quad (2.48)$$

где N – то же, что в формуле (2.47);

e_{oy} – то же, что в формуле (2.47).

Принимаем: $N = 0,364$ МН, $e_{oy} = 4,45$ м

Подставляем значения в формулу (2.55), получаем

$$M_y = \text{abs}(0,364 \cdot 4,45) = 1,623 \text{ МН м} = 165,48 \text{ тс м}.$$

$$\begin{aligned} D_{11} \cdot (1/r_x) + D_{12} \cdot (1/r_y) + D_{13} \cdot e_o &= 221,77 \cdot 0 + 0 \cdot 7,59 + 0 \cdot 1,09 = M_x = 0 \text{ МН} \cdot \text{м}; \\ D_{12} \cdot (1/r_x) + D_{22} \cdot (1/r_y) + D_{23} \cdot e_o &= 0 \cdot 0 + 215,04 + -102,17 \cdot 0,0001094 = M_y \\ &= 1,62 \text{ МН} \cdot \text{м}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_{13} \cdot (1/r_x) + D_{23} \cdot (1/r_y) + D_{33} \cdot e_o &= 0 \cdot 0 + -102,17 \cdot 0,00075 + 10426,35 \cdot 0,0001094 \\ &= N = 0,36 \text{ МН}. \end{aligned}$$

Предельная относительная деформация сжатого бетона:

$$e_{b,ult} = \text{abs}(e_{b2}) = \text{abs}(0,0035) = 0,0035.$$

$$e_{s,ult} = e_{s2} = 0,025.$$

$$\text{abs}(e_{b,min}) = \text{abs}(-0,00141) = 0,00141$$

Условие выполнено (40,29 % от предельного значения).

$$\text{abs}(e_s) = \text{abs}(0,00125) = 0,00125$$

Условие выполнено (4,99 % от предельного значения) .

Расчет в плоскости действия M_x

Высота сечения: $h = h_x = 0,4 \text{ м} = 40 \text{ см}$.

Ширина прямоугольного сечения: $b = h_y = 0,4 \text{ м} = 40 \text{ см}$.

Площадь сечения продольной арматуры, расположенной у грани шириной b определяется по формуле

$$A_{s, 1, b} = 2 (\pi d_{so}^{2/4}) + (\pi d_{s1, x}^{2/4}) n_{sx}, \quad (2.49)$$

где d_{so} – диаметр угловых стержней ряда армирования 1;
 $d_{s1, x}$ – диаметр промежуточного стержня арматуры вдоль оси X.
 n_{sx} – количество промежуточных стержней вдоль оси X.
 Принимаем: $d_{so} = 0,028 \text{ м}$, $d_{s1, x} = 0,018 \text{ м}$, $n_{sx} = 1$.
 Подставляем значения в формулу (2.57), получаем

$$A_{s, 1, b} = 2 \cdot (3,14 \cdot 0,12^{2/4}) + (3,14 \cdot 0^{2/4}) \cdot 0 = 0,022 \text{ м}^2 = 226,2 \text{ см}^2.$$

Площадь сечения продольной арматуры, расположенной у грани шириной h определяется по формуле

$$A_{s, 1, h} = 2 (\pi d_{so}^{2/4}) + (\pi d_{s1, y}^{2/4}) n_{sy}, \quad (2.50)$$

где d_{so} – то же, что в формуле (2.49);
 $d_{s1, y}$ – диаметр промежуточного стержня арматуры вдоль оси Y.
 n_{sy} – количество промежуточных стержней вдоль оси X.
 Принимаем: $d_{so} = 0,028 \text{ м}$, $d_{s1, y} = 0,018 \text{ м}$, $n_{sy} = 1$.
 Подставляем значения в формулу (2.50), получаем

$$A_{s, 1, h} = 2 \cdot (3,14 \cdot 0,12^{2/4}) + (3,14 \cdot 0) \cdot 0 = 0,02262 \text{ м}^2 = 226,2 \text{ см}^2 .$$

Площадь сечения поперечной арматуры, расположенной у грани шириной b определяется по формуле

$$A_{sw, 1, b} = 0,000001 \cdot \pi \cdot d_{sw, x}^{2/4}, \quad (2.51)$$

где $d_{sw, x}$ – диаметр поперечной арматуры, воспринимающей силу Q_x .
 Принимаем: $d_{sw, x} = 10 \text{ мм}$.
 Подставляем значения в формулу (2.51), получаем

$$A_{sw, 1, b} = 0,000001 \cdot 3,14 \cdot 10^{2/4} = 0,00007854 \text{ м}^2 = 0,79 \text{ см}^2 .$$

Площадь сечения поперечной арматуры, расположенной у грани шириной h определяется по формуле

$$A_{sw, l, h} = 0,000001 \cdot \pi \cdot d_{sw, y}^{2/4}, \quad (2.52)$$

где $d_{sw, y}$ – диаметр поперечной арматуры, воспринимающей силу Q_y .

Принимаем $d_{sw, y} = 10$ мм.

Подставляем значения в формулу (2.52), получаем

$$A_{sw, l, h} = 0,000001 \cdot 3,14 \cdot 10^{2/4} = 0,00007854 \text{ м}^2 = 0,79 \text{ см}^2.$$

Площадь поперечной арматуры определяется по формуле

$$A_{sw} = n_{sw, y} \cdot A_{sw, l, h}, \quad (2.53)$$

где $n_{sw, y}$ – количество рядов поперечной арматуры, воспринимающей силу Q_y ;

$A_{sw, l, h}$ – площадь сечения поперечной арматуры.

Принимаем: $n_{sw, y} = 17$, $A_{sw, l, h} = 0,00007854 \text{ м}^2$.

Подставляем значения в формулу (2.53), получаем

$$A_{sw} = 17 \cdot 0,00007854 = 0,00134 \text{ м}^2 = 13,4 \text{ см}^2.$$

Шаг стержней поперечной арматуры: $s_w = s_{w, y} = 0,15 \text{ м} = 15 \text{ см}$.

Диаметр поперечной арматуры: $d_{sw} = d_{sw, y} = 10$ мм.

Суммарная площадь продольной арматуры определяется по формуле

$$\sum A_{si} = A_{s, l, b} + A_{s, l, h}, \quad (2.54)$$

где $A_{s, l, b}$ – то же, что в формуле (2.53);

$A_{s, l, h}$ – то же, что в формуле (2.53).

Принимаем: $A_{s, l, b} = 0,00149 \text{ м}^2$, $A_{s, l, h} = 0,00149 \text{ м}^2$.

Подставляем значения в формулу (2.54), получаем

$$\sum A_{si} = 0,00149 + 0,00149 = 0,00298 \text{ м}^2 = 29,8 \text{ см}^2.$$

Расчет железобетонных элементов по полосе между наклонными сечениями

Коэффициент: $f_{bl} = 0,3$.

Приведенное значение толщины защитного слоя растянутой арматуры: $a = a_s = 0,036 \text{ м} = 3,6 \text{ см}$.

Приведенное значение толщины защитного слоя сжатой арматуры: $a' = a'_s = 0,036 \text{ м} = 3,6 \text{ см}$.

Рабочая высота сечения: $h_0 = 0,364 \text{ м} = 36,4 \text{ см}$.

Значение модуля упругости арматуры

Модуль упругости ненапрягаемой арматуры: $E_s = 200000 \text{ МПа}$.

Коэффициент приведения ненапрягаемой арматуры к бетону определяется по формуле

$$a_s = E_s / E_b, \quad (2.55)$$

где E_s – модуль упругости ненапрягаемой арматуры;
 E_b – то же, что в формуле (2.40).
Принимаем: $E_s = 200000 \text{ МПа}$, $E_b = 32500 \text{ МПа}$.
Подставляем значения в формулу (2.55), получаем

$$a_s = 200000 / 32500 = 6,15385.$$

Сечение – прямоугольное.

Площадь сечения бетона определяется по формуле

$$A_b = b \cdot h - A'_s - A_s, \quad (2.56)$$

где b – то же, что в формуле (2.45);
 h – то же, что в формуле (2.45);
 A'_s – площадь сечения продольной арматуры;
 A_s – площадь сечения поперечной арматуры;
Принимаем: $b = 0,4 \text{ м}$, $h = 0,4 \text{ м}$, $A'_s = 0,00149 \text{ м}^2$, $A_s = 0,00149 \text{ м}^2$.
Подставляем значения в формулу (2.56), получаем

$$A_b = 0,4 \cdot 0,4 - 0,00149 - 0,00149 = 0,15702 \text{ м}^2 = 1570,2 \text{ см}^2.$$

Приведенная площадь сечения элемента с учетом продольной арматуры определяется по формуле

$$A = A_b + a_s \cdot \sum A_{si}, \quad (2.57)$$

где A_b – то же, что в формуле (2.56);
 a_s – то же, что в формуле (2.56);
 A_s – то же, что в формуле (2.56).
Принимаем: $A_b = 0,15702 \text{ м}^2$, $a_s = 6,15385$, $A_s = 0,00149 \text{ м}^2$.
Подставляем значения в формулу (2.57), получаем

$$A = A_b + a_s \cdot \sum A_{si} = 0,15 + 6,15 \cdot 0,00298 = 0,17536 \text{ м}^2 = 1753,6 \text{ см}^2.$$

Среднее сжимающее напряжение в бетоне определяется по формуле

$$s_{cp} = N / A, \quad (2.58)$$

где N – то же, что в формуле (2.33);
 A – то же, что в формуле (2.43);
 Принимаем: $N=0,161$ МН, $A = 0,17536$ м².
 Подставляем значения в формулу (2.58), получаем

$$s_{cp} = N / A = 0,161 / 0,17536 = 0,91811 \text{ МПа} .$$

$$s_{cp} = 0,91811 \text{ МПа} \leq R_b = 15,3 \text{ МПа}$$

Условие выполняется (6,00072% от предельного значения)
 Коэффициент, учитывающий влияние сжимающих и растягивающих напряжений определяется по формуле

$$f_n = 1 + s_{cp} / R_b , \quad (2.59)$$

где s_{cp} - то же, что в формуле (2.58);
 R_b - то же, что в формуле (2.41);
 Принимаем: $s_{cp} = 0,91811$ МПа, $R_b = 15,3$ МПа.
 Подставляем значения в формулу (2.59), получаем

$$f_n = 1 + s_{cp} / R_b = 1 + 0,91811 / 15,3 = 1,06001 .$$

$$Q = 0,25282 \text{ МН} = 25,78047 \text{ тс} \leq f_n \cdot f_{bl} \cdot R_b \cdot b \cdot h_o = 1,06001 \cdot 0,3 \cdot 15,3 \cdot 0,4 \cdot 0,35 = 0,68116 \text{ МН} = 69,45924 \text{ тс}$$

Условие выполняется (37,12% от предельного значения).

Расчет на совместное действие крутящего и изгибающего моментов

При расчете на совместное действие крутящего и изгибающего моментов рассматривают пространственное сечение с растянутой арматурой, расположенной у грани, нормальной плоскости действия поперечной силы.

2.4.2 Расчет по прочности элемента между пространственными сечениями

Расчет на действие крутящего момента элемента между пространственными сечениями

Меньший размер поперечного сечения элемента $b = \min(b ; h) = \min(0,4; 0,4) = 0,4 \text{ м} = 40 \text{ см} .$

Большой размер поперечного сечения элемента $h = \max(b ; h) = \max(0,4; 0,4) = 0,4 \text{ м} = 40 \text{ см} .$

$$T = 0,007 \text{ МН} = 0,7138 \text{ тс} \leq 0,1 \cdot R_b \cdot b^2 \cdot h = 0,1 \cdot 15,3 \cdot 0,4^2 \cdot 0,4 = 0,09792 \text{ МН} = 9,98506 \text{ тс}$$

Условие выполняется (7,14869% от предельного значения).

2.4.3 Расчет по прочности пространственного сечения

Расчет на действие крутящего момента

Длина стороны сечения у рассматриваемой растянутой грани:

$$Z_1 = b = 0,4 \text{ м} = 40 \text{ см}.$$

Длина другой стороны поперечного сечения:

$$Z_2 = h = 0,4 \text{ м} = 40 \text{ см}.$$

Площадь сечения арматуры, расположенной в поперечном направлении:

$$A_{sw,1} = 0,79 \text{ см}^2.$$

Площадь сечения продольной ненапрягаемой арматуры, расположенной у рассматриваемой грани: $A_{s,1} = A_{s,1,b} = 0,00149 \text{ м}^2 = 14,9 \text{ см}^2$.

Усилие в продольной арматуре: $N_s = 66,09 \text{ тс}$.

Усилия в поперечной арматуре на единицу длины: $q_{sw,1} = 16,02 \text{ тс/м}$.

Коэффициент, учитывающий соотношение размеров поперечного сечения $d = 0,33333$.

Длина проекции сжатой стороны: $c = 0,9798 \text{ м} = 97,98 \text{ см}$.

Т.к. $q_{sw,1} \cdot Z_1 / (R_s \cdot A_{s,1}) = 0,15708 \cdot 0,4 / (435 \cdot 0,00149) = 0,09694 < 0,5$, то в расчете учитывается такое количество арматуры, чтобы выполнялось условие $q_{sw,1} \cdot Z_1 / (R_s \cdot A_{s,1}) \leq 0,5$.

Площадь сечения продольной ненапрягаемой арматуры, расположенной у рассматриваемой грани: $A_{s,1} = 0,000288883 \text{ м}^2 = 2,89 \text{ см}^2$.

Усилие в продольной арматуре: $N_s = 0,12566 \text{ МН} = 12,81 \text{ тс}$.

Длина проекции растянутой стороны пространственного сечения на продольную ось: $c_{sw} = 0,3266 \text{ м} = 32,66 \text{ см}$.

Усилие в поперечной арматуре:

$$N_{sw} = 0,0513 \text{ МН} = 5,23 \text{ тс}.$$

Крутящий момент, воспринимаемый поперечной арматурой $T_{sw} = 0,01847 \text{ МН} \cdot \text{м} = 1,88 \text{ тс} \cdot \text{м}$.

Крутящий момент, воспринимаемый продольной арматурой: $T_s = 0,01847 \text{ МН} \cdot \text{м} = 1,88 \text{ тс} \cdot \text{м}$.

$$T = 0,007 \text{ МН} = 0,7138 \text{ тс} \leq T_{sw} + T_s = 0,018 + 0,018 = 0,03694 \text{ МН} = 3,76683 \text{ тс}$$

Условие выполняется (18,94965% от предельного значения).

Предельный крутящий момент: $T_0 = 0,03694 \text{ МН} \cdot \text{м} = 3,77 \text{ тс} \cdot \text{м}$.

Расчет на действие изгибающего момента

Площадь ненапрягаемой растянутой арматуры: $A_s = A_{s,1,b} = 0,00149 \text{ м}^2 = 14,9 \text{ см}^2$.

Площадь ненапрягаемой сжатой арматуры: $A'_s = A_{s,1,b} = 0,00149 \text{ м}^2 = 14,9 \text{ см}^2$.

Значение модуля упругости арматуры

Модуль упругости ненапрягаемой арматуры: $E_s = 200000 \text{ МПа}$.

Определение граничной относительной высоты сжатой зоны

Относительная деформация растянутой арматуры: $\epsilon_{s,el} = 0,00218$.

Относительная деформация бетона: $\epsilon_{b2} = 0,0035$.

Высота сжатой зоны: $x = 2,63 \text{ см}$

Относительная высота сжатой зоны: $x = 0,07517$

Т.к. $R_s \cdot A_s = 435 \cdot 0,00149 = 0,64815 \text{ МН} = 66,09291 \text{ тс} = R_{sc} \cdot A'_s = 435 \cdot 0,00149 = 0,64815 \text{ МН} = 66,09291 \text{ тс}$, рабочая высота сечения: $h_0 = 36,4 \text{ см}$

Предельный изгибающий момент: $M_{ult} = 19,83 \text{ тс м}$

Определяем высоту сжатой зоны без учета сжатой арматуры.

Высота сжатой зоны: $x = 10,59 \text{ см}$

$$M = 0,005 \text{ МН м} = 0,50986 \text{ тс м} \leq M_{ult} = 0,19445 \text{ МН м} = 19,82838 \text{ тс м}$$

Условие выполняется (2,57136% от предельного значения).

Расчет на совместное действие крутящего и изгибающего моментов.

Расчет на совместное действие крутящего и изгибающего моментов выполняется по формуле

$$T \leq T_0 \sqrt{1 - (M/M_0)^2}, \quad (2.60)$$

Принимаем: $T_0 = 0,03694 \text{ МНм}$, $M = 0,005 \text{ МНм}$, $M_0 = 0,19445 \text{ МНм}$, $T = 0,007 \text{ МНм}$

Подставим значения в формулу (2.60), получаем

$$T = 0,007 \text{ МН м} = 0,7138 \text{ тс м} \leq 0,03694 \cdot \sqrt{1 - (0,005/0,19445)^2} = 0,03693 \text{ МН м} = 3,76559 \text{ тс м}$$

Условие выполняется (18,95591% от предельного значения).

Расчет на совместное действие крутящего момента и поперечной силы.

Расчет по прочности между пространственными сечениями.

Предельная поперечная сила: $Q_0 = 0,6426 \text{ МН} = 65,53 \text{ тс}$.

Предельный крутящий момент: $T_0 = 0,09792 \text{ МН м} = 9,99 \text{ тс м}$.

Расчет по прочности элемента между пространственными сечениями производят из условия

$$T \leq T_0 \sqrt{1 - (M/M_0)^2}, \quad (2.61)$$

Принимаем: $T = 0,007 \text{ МНм}$, $T_0 = 0,09792 \text{ МНм}$, $Q = 0,002 \text{ МН}$, $Q_0 = 0,6426 \text{ МН}$.

Подставляем значения в формулу (2.61), получаем

$$T = 0,007 \text{ МН м} = 0,7138 \text{ тс м} \leq 0,09792 \cdot \sqrt{(1-0,002/0,6426)} = 0,09762 \text{ МН м} \\ = 9,95398 \text{ тс м}$$

Условие выполняется (7,17101% от предельного значения).

Расчет на совместное действие крутящего момента и поперечной силы.
Расчет по прочности пространственного сечения.

Коэффициент: $f_{b2} = 1,5$.

Т.к. $Q = 0,002 \text{ МН} = 0,20394 \text{ тс} \leq 0,5 R_{bt} \cdot b \cdot h_0 = 0,5 \cdot 1,035 \cdot 0,4 \cdot 0,35 = 0,07245 \text{ МН} = 7,38784 \text{ тс}$:

– поперечная сила по расчету воспринимается только бетоном, расчет ведется без учета поперечной арматуры.

Поперечная сила, воспринимаемая бетоном определяется по формуле

$$Q_b = 0,5 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0, \quad (2.62)$$

где R_{bt} - то же, что в формуле (2.42);

h_0 - то же, что в формуле (2.48);

b - то же, что в формуле (2.47);

Принимаем: $b=0,4 \text{ м}$, $R_{bt} = 1,035 \text{ МПа}$, $h_0=0,364 \text{ м}$.

Подставляем значения в формулу (2.62), получаем

$$Q_b = 0,5 \cdot 1,035 \cdot 0,4 \cdot 0,364 = 0,07245 \text{ МН} = 7,39 \text{ тс}.$$

Т.к. $Q = 0,002 \text{ МН} = 0,20394 \text{ тс} \leq 0,5 R_{bt} b h_0 = 0,5 \cdot 1,035 \cdot 0,4 \cdot 0,35 = 0,07245 \text{ МН} = 7,38784 \text{ тс}$:

– поперечная арматура не требуется.

Среднее сжимающее напряжение в бетоне: $s_{cp} = N / A = 0,161 / 0,17536 = 0,91811 \text{ МПа}$.

$$s_{cp} = 0,91811 \text{ МПа} \leq R_b = 15,3 \text{ МПа}$$

Условие выполняется (6,00072% от предельного значения).

Т.к. $s_{cp} = 0,91811 \text{ МПа} \geq 0 \text{ МПа}$ и $s_{cp} = 0,91811 \text{ МПа} < 0,25 R_b = 0,25 \cdot 15,3 = 3,825 \text{ МПа}$:

Коэффициент, учитывающий влияние сжимающих и растягивающих напряжений определяется по формуле

$$f_n = 1 + s_{cp} / R_t, \quad (2.63)$$

где s_{cp} – среднее сжимающее напряжение в бетоне от воздействия продольных сил;

R_b – то же, что в формуле (2.41).

Принимаем: $s_{cp} = 0,91811 \text{ МПа}$, $R_b = 15,3 \text{ МПа}$
Подставляем значения в формулу (2.63), получаем

$$f_n = 1 + 0,91811/15,3 = 1,06001 .$$

Расчет изгибаемых элементов по наклонному сечению производим с условием

$$Q = 0,002 \text{ МН} = 0,20394 \text{ тс} \leq f_n \cdot Q_b + Q_{sw} = 1,06001 \cdot 0,07245 + 0 = 0,0768 \text{ МН} = 7,83119 \text{ тс}$$

Условие выполняется (2,60424% от предельного значения).
Предельная поперечная сила Q_0 определяется по формуле

$$Q_0 = Q_b \cdot f_n + Q_{sw} , \quad (2.64)$$

где Q_b – то же, что в формуле (2.62);
 Q_{sw} – усилие в поперечной арматуре;
 f_n – то же, что в формуле (2.63).
Принимаем: $Q_b = 0,07245 \text{ МН}$, $f_n = 1,06001$, $Q_{sw} = 0 \text{ МН}$.
Подставляем значения в формулу (2.64), получаем

$$Q_0 = 0,07245 \cdot 1,06001 + 0 = 0,0768 \text{ МН} = 7,83 \text{ тс} .$$

При расчете на совместное действие крутящего момента и поперечной силы рассматривается пространственное сечение с арматурой, расположенной у одной из граней, растянутой от действия поперечных сил – т.е. у грани параллельной плоскости действия поперечной силы.

Длина стороны сечения у рассматриваемой растянутой грани: $Z_1 = h = 0,4 \text{ м} = 40 \text{ см}$.

Длина другой стороны поперечного сечения: $Z_2 = b = 0,4 \text{ м} = 40 \text{ см}$.

Площадь сечения продольной ненапрягаемой арматуры, расположенной у рассматриваемой грани: $A_{s,1} = A_{s,1,h} = 0,00149 \text{ м}^2 = 14,9 \text{ см}^2$.

Коэффициент: $d = Z_1 / (2 \cdot Z_2 + Z_1) = 0,4 / (2 \cdot 0,4 + 0,4) = 0,33333$.

Усилия в поперечной арматуре на единицу длины:

$$q_{sw,1} = R_{sw} \cdot A_{sw,1} / s_w = 300 \cdot 0,00007854 / 0,15 = 0,15708 \text{ МН/м} = 16,02 \text{ тс/м}.$$

Площадь сечения продольной ненапрягаемой арматуры, расположенной у рассматриваемой грани: $A_{s,1} = 0,000288883 \text{ м}^2 = 2,89 \text{ см}^2$.

Усилие в продольной арматуре: $N_s = 0,12566 \text{ МН} = 12,81 \text{ т}$

Длина проекции растянутой стороны пространственного сечения на продольную ось: $c_{sw} = 32,66 \text{ см}$.

Усилие в поперечной арматуре: $N_{sw} = 0,0513 \text{ МН} = 5,23 \text{ тс}$.

Крутящий момент, воспринимаемый поперечной арматурой:
 $T_{sw} = 0,01847 \text{ МН м} = 1,88 \text{ тс м}$

Усилие в продольной арматуре определяется по формуле

$$N_s = R_s \cdot A_{s,1}, \quad (2.65)$$

где R_s – то же, что в формуле (2.43).
 $A_{s,1}$ – то же, что в формуле (2.53).
 Принимаем: $R_s = 435$ МПа, $A_{s,1} = 0,000288883$ м².
 Подставляем значения в формулу (2.65), получаем

$$N_s = 435 \cdot 0,000288883 = 0,12566 \text{ МН} = 12,81 \text{ тс}$$

Крутящий момент, воспринимаемый продольной арматурой:
 $T_s = 0,01847$ МН м = 1,88 тс м
 Предельный крутящий момент: $T_o = 0,03694$ МН м = 3,77 тс м.

$$T = 0,007 \leq T_o \sqrt{(1 - Q/Q_o)} = 0,03694 \cdot \sqrt{(1 - 0,002/0,0768)} = 0,03598$$

Условие выполняется (19,45632% от предельного значения).

Проверка требования минимального процента армирования

Арматура расположена по контуру сечения – равномерно.

В данном случае для определения коэффициента армирования принимается полная площадь сечения.

Коэффициент армирования определяется по формуле

$$m_s = (A_s + A'_s) / (b \cdot h) \cdot 100, \quad (2.66)$$

где A_s – то же, что в формуле (2.56);
 A'_s – площадь ненапрягаемой сжатой арматуры;
 b – то же, что в формуле (2.45);
 h – то же, что в формуле (2.45).
 Принимаем: $A_s = 0,00149$ м², $A'_s = 0,00149$ м², $b = 0,4$ м, $h = 0,4$ м.
 Подставляем значения в формулу (2.66), получаем

$$m_s = (0,00149 + 0,00149) / (0,4 \cdot 0,4) \cdot 100 = 1,8625 \%$$

$$\text{Т.к. } l_o/h = 3,225/0,4 = 8,0625 \leq 5 \text{ и } l_o/h = 3,225/0,4 = 8,0625 \leq 25 \Rightarrow$$

$$m_s = 1,8625 \% \leq 2 \cdot (0,1 + (0,25 - 0,1) \cdot (l_o/h - 5) / (25 - 5)) = 2 \cdot (0,1 + (0,25 - 0,1) \cdot (3,225/0,4 - 5) / (25 - 5)) = 0,24594 \%$$

Условие выполняется (757,30623% от предельного значения).

3 Основания и фундаменты

3.1 Исходные данные

3.1.1 Характеристика места размещения объекта, строительный участок и окружающая среда

В административном отношении площадка строительства расположена в г. Шарыпово Шарыповского района Красноярского края.

Город Шарыпово расположен в юго-западной части Красноярского края, в 320 км от краевого центра - города Красноярска, имеет выгодное географическое положение: близость транссибирской магистрали, удобные транспортные коммуникации (железнодорожные, автомобильные и воздушные), через город проходит автодорога Абакан-Кемерово, налажено автобусное сообщение с городами Красноярск, Абакан, Кемерово, Томск, Новосибирск, Мариинск.

Площадь территории города составляет 2897 гектаров.

В геоморфологическом отношении район изысканий находится в пределах надпойменной террасы реки Кадат.

3.1.2 Характеристика здания

Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации представлено в архитектурно-строительном разделе пояснительной записки.

3.1.3 Инженерно-геологические условия строительной площадки

На исследуемой территории при проведении изысканий грунтовые воды вскрыты на глубинах от 2,4 до 4,8. Приурочены подземные воды к аллювиальным суглинистым грунтам.

Питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, разгрузка в пойме реки Кадат. Уровень сезонных колебаний 1,2 - 1,5 м.

Слой 1 Техногенный – насыпной грунт представлен гравийным грунтом с суглинистым заполнителем тугопластичной консистенции, средней прочности, сильновыветрелый. Мощность насыпных грунтов 0,0-2,3 м.

На стадии разработки проектной документации при расчетах оснований по деформациям рекомендуется принять нормативный модуль деформации при природной влажности – 46,4 МПа. Нормативное значение удельного сцепления – 0,009 МПа, угол внутреннего трения – 30,2°.

Слой 2 Суглинок мягкопластичный, красновато-бурый, с редкими прослоями песка мелкого.

Залегает от 0,2 - 2,3 м. Мощность слоя от 0,2 до 6,7 м.

По результатам компрессионных испытаний нормативное значение модуля деформации в интервале давлений 0,1-0,3 МПа в условиях полного водонасыщения – 3,4 МПа.

При расчетах оснований по деформациям рекомендуем принять:

- нормативное значение удельного сцепления – 0,012 МПа;
- нормативное значение угла внутреннего трения 23° .

Слой 3 Гравийный грунт с супесчаным заполнителем -25,7%.

Залегают от 8,8-9,3 до 11,0 м. Вскрытая мощность слоя от 1,7 до 3,7 м.

На стадии разработки проектной документации при расчетах оснований по деформациям рекомендуется принять нормативный модуль деформации при природной влажности – 31,8 МПа. Нормативное значение удельного сцепления – 0,014 МПа, угол внутреннего трения – $32,7^\circ$.

Расчет прочностных и деформационных характеристик грунтов представлен в приложении Д.

3.2 Сбор нагрузок на обрез фундамента

Сбор нагрузок на фундамент по оси 4 представлен в п.2.1 пояснительной записки.

3.3 Расчет столбчатого фундамента по оси 4

3.3.1 Определение глубины заложения фундамента

Расчетная глубина промерзания определяется по формуле

$$d_f = k_h \cdot d_{fn}, \quad (3.1)$$

где d_{fn} – нормативная глубина промерзания, определяется расчетом или по данным многолетних наблюдений, м;

k_h – коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения.

Принимаем: $d_{fn} = 2,6$ м; $k_h = 0,7$.

Подставляем значения в формулу (3.1)

$$d_f = 2,6 \cdot 0,7 = 1,82 \text{ м.}$$

Принимаем расчетную глубину промерзания грунта равную 1,95 м.

Глубина заложения фундамента округляется и принимается кратной модулю 150 мм, при этом высота фундамента должна быть кратна модулю 300 мм.

Принимаем глубину заложения фундамента 3450 мм, при этом высота фундамента 1900 мм.

3.3.2 Определение размеров подошвы фундамента

Площадь подошвы определяют по формуле

$$A = \frac{N_{OII}}{R_0 - \gamma_{mt} \cdot d}, \quad (3.2)$$

где N_{OII} – максимальная сумма нормативных вертикальных нагрузок, действующих на обресе фундамента, кН;

R_0 – расчетное сопротивление грунта, кПа;

γ_{mt} – среднее значение удельного веса грунта и бетона, равное 20 кН/м

d – глубина заложения фундамента, м.

Принимаем $N_{OII} = 913,34$ кН, $R_0 = 191$ кПа.

Подставляем значения в формулу

$$A = \frac{913,34}{191 - 20 \cdot 3,45} = 7,49 \text{ м}^2.$$

Размеры подошвы определяют, считая, что фундамент имеет квадратную или прямоугольную формы.

Ширина фундамента определяется по формуле

$$b = \sqrt{\frac{A}{\eta}}, \quad (3.3)$$

Полученные данные округляют (кратно модулю 300 мм).

Принимаем $\eta = 1,2$.

$$b = \sqrt{\frac{7,49}{1,2}} = 2,5 \text{ м}.$$

Принимаем квадратную форму подошвы с размером 3000 x 3000 мм.

3.3.4 Определение расчетного сопротивления грунта основания

Расчетное сопротивление грунта для бесподвального здания находят по формуле

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{K} \cdot [M_\gamma \cdot b \cdot \gamma_{c2} + M_g \cdot d' \cdot \gamma_{II}' + M_c \cdot C_{II}], \quad (3.4)$$

где γ_{c1} и γ_{c2} – коэффициенты условий работы;

K – коэффициент, равный 1, если C и ϕ определены в лаборатории

M_γ , M_g и M_c – коэффициенты, зависящие от ϕ ;

Принимаем: $M_c = 6,24$; $M_g = 3,65$; $M_\gamma = 0,69$; $\gamma_{c1} = 1$; $\gamma_{c2} = 1$.

Подставляем значения в формулу (3.4)

$$R = \frac{1 \cdot 1}{1} \cdot [0,69 \cdot 3 \cdot 9,87 + 3,65 \cdot 3,45 \cdot 9,87 + 6,24 \cdot 12] = 219,6 \text{ кПа.}$$

Полученное значение расчетного сопротивления сравниваем с табличным значением R_0 . Т.к расхождение не больше 20%, то находить новое значение площади подошвы A не требуется.

3.3.5 Проверка условий расчета основания по деформациям

Среднее давление под подошвой фундамента определяют по формуле

$$P_{II} = \frac{N_{II}'}{A}, \quad (3.5)$$

где N_{II}' – наибольшая вертикальная нагрузка, определяемая по формуле (2.6);
 A – площадь фундамента, м^2 ;

$$N_{II}' = N_{0II} + G_{фII}, \quad (3.6)$$

где N_{0II} – тоже что и формуле (3.2);
 $G_{фII}$ – вес фундамента, кН.
Принимаем: $G_{фII} = 152,62 \text{ кН}$, $N_{0II} = 913,34 \text{ кН}$.
Подставляем значения в формулу, получаем

$$N_{II}' = 913,34 + 152,62 = 1065,96, \text{ Кн.}$$

Подставляем значения в формулу (2.5)

$$P_{II} = \frac{1065,96}{9} = 118,44 < R = 191 \text{ кН/м}^2 \text{ – условие соблюдается.}$$

3.4 Проектирование свайного фундамента

3.4.1. Определение глубины заложения подошвы фундамента

Глубину заложения подошвы фундамента принимаем -1,5 м. Отметку головы сваи принимаем на 0,3 м выше подошвы ростверка – 1,2 м.

В качестве несущего слоя выбираем гравийный грунт с прослойками галечникового грунта с песчаным заполнителем до 20%, залегающий с отметки -8,900 м. Применение более коротких свай, например, с заглублением в Суглинок мелкопластичный нежелательно, т.к. грунт является пучинистым. Заглубление свай должно быть не менее 0,5 м, поэтому принимаем сваи длиной 10 м (С100.30), отметка нижнего конца составит -11,2 м.

3.4.2 Определение несущей способности забивной сваи

Несущую способность забивной сваи по грунту основания определяют по формуле

$$F_d = \gamma_c \cdot \gamma_{cR} \cdot R \cdot A, \quad (3.7)$$

где $\gamma_c = 1$ – коэффициент условий работы сваи в грунте;
 R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа;
 A – площадь поперечного сечения нижнего конца сваи, м²;
Подставляем значения в формулу (3.7)

$$F_d = 1 \cdot 1 \cdot 7500 \cdot 0,09 = 675 \text{ кН.}$$

$$\frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{675}{1,4} = 482.$$

3.4.3 Определение числа свай в фундамента и эскизное конструирование ростверка

Число свай в фундаменте устанавливается исходя из условия максимального использования их несущей способности, которая определяется по формуле

$$n = \frac{N_{0I}}{\frac{F_d}{\gamma_k} - A d_p \gamma_{mt}}, \quad (3.9)$$

где N_{0I} – максимальная сумма расчетных вертикальных нагрузок, действующих на обрезе ростверка, кН;

A – площадь ростверка, приходящаяся на одну сваю;

γ_{mt} – средний удельный вес ростверка и грунта на его обрезах (20 кН/м³);

d_p – глубина заложения ростверка, м.

Подставляем значения в формулу (3.9)

$$n = \frac{913,34}{\frac{482}{1,4} - 0,9 \cdot 1,2 \cdot 20} = 2,6.$$

Принимаем 3 сваи.

Размещение свай в кустах ведется с учетом следующих требований: центр тяжести должен совпадать (или находиться возможно ближе) с точкой приложения равнодействующей постоянных нагрузок; расстояние между осями забивных свай не менее $3d$ (d – диаметр круглого или сторона квадратного поперечного сечения сваи).

Свесы ростверков со свай составляют не менее 150 мм. Размеры монолитного ростверка в плане должны быть кратны 300 мм, а по высоте -150 мм.

Схема расположения свай в фундаменте представлена на рисунке 3.1.

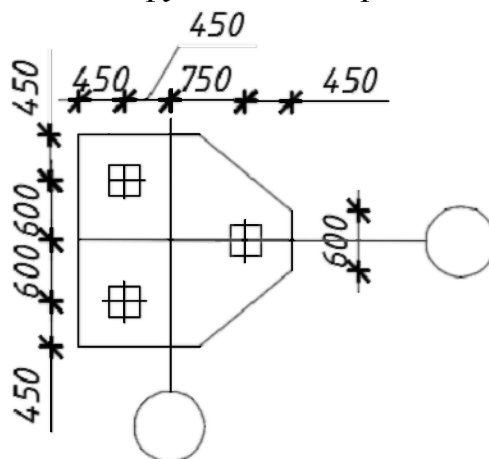


Рисунок 3.1 –Схема расположения свай в фундаменте

3.4.4 Расчет свайного фундамента по несущей способности грунта основания

Расчет свайного фундамента выполняют по 1-ой группе предельных состояний. При этом должно удовлетворяться условие

$$N_c \leq \frac{F_d}{\gamma_k}, \quad (3.10)$$

Где N_c – наибольшая расчетная нагрузка, передаваемая на сваю, кН;

F_d – несущая способность свай, кН;

γ_k – коэффициент надежности; при определении несущей способности расчетом или по динамическим испытаниям он равен 1,4, по результатам полевых испытаний - 1,2, по результатам статического зондирования - 1,25.

Расчетная нагрузка на сваю при действии моментов в одной плоскости определяется по формуле

$$N_{ci} = \frac{N'}{n} \pm \frac{M' \cdot x}{\sum x_i^2}, \quad (3.11)$$

где N' и M' – соответственно расчетные усилия в неблагоприятных сочетаниях и комбинациях, при которых расчетное усилие в свае наибольшее; при определении вертикального усилия к расчетной нагрузке добавляют вес свай с коэффициентом надежности 1,1;

n – число свай в фундаменте;

x – расстояние в плоскости действия момента от главной оси куста до свай, усилие в которой определяется;

x_i – расстояние от главной оси до каждой из свай.
Подставляем значения в формулу (3.11), получаем

$$N_{ci} = \frac{913,34}{3} \pm \frac{207,64 \cdot 0,75}{0,6^2 \cdot 2 + 0,75^2} = 183,01,$$

$$183,01 \leq \frac{675}{1,4}.$$

Условие выполняется

3.5 Технико-экономическое сравнение вариантов

Подсчёт стоимости и трудозатрат ведем для фундаментов под одну колонну. При этом учитываем только те виды и объёмы работ, которые отличаются при устройстве фундаментов.

Для устройства столбчатых фундаментов под колонны зданий отрывают траншеи вдоль горизонтальных разбивочных осей до отметки подошвы -3,45 м. Выемку грунта для бетонной подготовки толщиной 100 мм выполняют вручную.

Ширину траншеи понижу назначаем на 1 м больше длины фундамента. Отношение глубины к заложению (крутизна откоса) принято 1:1.

Для ростверка отрывают траншею, как для столбчатого фундамента, или котлован под каждый свайный куст.

Расчет стоимости работ и трудоемкости по возведению столбчатого фундамента сведен в таблице 3.1, свайного – в таблице 3.2. Расчет приведен по государственным сметным нормативам.

Таблица 3.1 - Расчет объемов и стоимости работ по возведению столбчатого фундамента

Номер расценок	Наименование работ и затрат	Единицы измерения	Объем	Стоимость, руб.	
				Ед.изм.	Всего
1	2	3	4	5	6
ФЕР 01-01-003-02	Разработка грунта в отвал экскаваторами "драглайн" или "обратная лопата" с ковшом вместимостью 1 (1-1,2) м ³ , группа грунтов 2	1000м ³	0,174	14 618,24	2 543,57
ФЕР 01-03-031-02	Засыпка траншей и котлованов с перемещением грунта до 5 м бульдозерами мощностью 59 кВт (80 л.с.), группа грунтов 2 м,	1000м ³	0,169	4 067,03	687,32
ФЕР 06-01-001-01	Устройство бетонной подготовки	100м ³	0,01	3 897,23	38,97
ФЕР 06-01-001-07	Устройство железобетонных фундаментов общего назначения под колонны объемом до 10 м ³	100м ³	0,051	8 825,10	450,08
ФССЦ 08.4.03.03-0004	Горячекатанная арматурная сталь класса А500 С, диаметром: 12 мм	т	0,089	5 584,58	497,027
ФССЦ 08.4.03.03-0006	Горячекатанная арматурная сталь класса А500 С, диаметром: 16 мм	т	0,16	5 488,69	878,19
ФССЦ 08.4.03.03-0009	Горячекатанная арматурная сталь класса А500 С, диаметром: 25 мм	т	0,049	5 488,69	268,94
ФССЦ 08.4.03.02-0004	Горячекатанная арматурная сталь гладкая класса А-I, диаметром: 12 мм	т	0,015	6 508,75	97,63
ФССЦ 04.1.02.05-000	Бетон тяжелый, класс: В25 (М350)	м ³	5,1	725,69	3 701,019
ФССЦ 04.1.02.05-000	Бетон тяжелый, класс: В7,5 (М100)	м ³	1	560,00	560,00
Итого:					9 722,746

Таблица 3.2 - Расчет объема и стоимости работ по возведению свайного фундамента

Номер расценок	Наименование работ и затрат	Единицы измерения	Объем	Стоимость, руб.	
				Ед.изм.	Всего
1	2	3	4	5	6
ФЕР 01-01-003-02	Разработка грунта в отвал экскаваторами "драглайн" или "обратная лопата" с ковшом вместимостью 1 (1-1,2) м ³ , группа грунтов 2	1000м ³	0,174	14 618,24	2 543,57
ФЕР 01-03-031-02	Засыпка траншей и котлованов с перемещением грунта до 5 м бульдозерами мощностью 59 кВт (80 л.с.), группа грунтов 2 м,	1000м ³	0,169	4 067,03	687,32
ФЕР 05-01-005-01	Погружение вибропогружателем железобетонных свай сплошных длиной до 10 м	м ³	0,9	379,36	341,42
ФССЦ 05.1.05.10-0018	Сваи цельные сплошного квадратного сечения В20 (М250), с расходом арматуры от 50,1 до 60 кг на м ³ бетона (в плотном теле) (ГОСТ 19804-91)	м ³	2,7	1 375,04	3 712,61
ФЕР 05-01-175-01	Срубка «голов» железобетонных свай площадью поперечного сечения до 0,15 м ²	шт	3	751,22	2 253,66
ФЕР 06-01-005-04	Устройство ростверка объемом до 5 м ³	м ³	1,8	10 261,27	18 470,28
ФССЦ 04.1.02.05-000	Бетон тяжелый, класс: В25 (М350)	м ³	1,8	725,69	1 306,24
Итого:					28 008,86

По результатам расчета стоимости и трудоемкости можно сделать вывод, что столбчатый фундамент более экономичный.

4 Технология строительного производства

4.1 Область применения технологической карты

Технологическая карта разработана на устройство монолитного железобетонного перекрытия на отметке + 3,650 м и устройство монолитных железобетонных колонн в здании центра культурного развития города Шарыпово.

Технологическая карта предназначена для нового строительства.

В состав работ технологической карты входят:

- монтаж опалубки;
- установка арматуры;
- укладка тяжелого бетона;
- демонтаж опалубки.

Состав, приготовление, транспортирование и укладка бетонной смеси, правила и методы контроля ее качества должны соответствовать ГОСТ-7473-2010.

Максимальная продолжительность транспортирования бетонной смеси должна устанавливаться лабораторией.

В весеннее и осеннее время на строительной площадке должны использоваться утепляющие покрытия (теплоизоляционные маты) для защиты бетонных поверхностей от действия температуры ниже – 5⁰С.

4.2 Организация и технология выполнения работ

4.2.1 Работы подготовительного периода

До начала выполнения работ по возведению монолитных конструкций необходимо:

- доставить и уложить на площадке складирования щиты опалубки и арматурные стержни;
- доставить на площадку и подготовить к работе необходимые приспособления, инвентарь и инструмент.

4.2.2 Арматурные работы

Арматурные стержни доставляются на объект в количестве, обеспечивающем работу звена арматурщиков в течение смены.

При вязке арматуры сначала вяжут нижнюю сетку на бетонных подставках, либо инвентарных фиксаторах. Подставки должны обеспечить проектную толщину защитного слоя бетона. Верхнюю сетку фиксируют на каркасах-подставках. Арматуру стыкуют внахлестку на сварке в соответствии с проектом.

4.2.3 Опалубочные работы

В качестве опалубки рекомендуется применение щитов индивидуального заводского изготовления.

При приемке установленной опалубки проверяются:

- плотность основания, гарантирующая отсутствие осадок;
- правильность установки опалубки, а также несущих и поддерживающих элементов, анкерных устройств и элементов крепления;
- геометрические размеры собранной опалубки;
- смещение осей опалубки от проектного положения;
- правильность установки пробок и закладных деталей.

Опалубка должна обладать прочностью, жесткостью, неизменяемостью формы и устойчивостью в рабочем положении, а также в условиях монтажа и транспортирования.

Внутренняя поверхность инвентарной опалубки должна быть покрыта специальной смазкой, не ухудшающей внешний вид и прочность качества конструкций.

Элементы опалубки должны плотно прилегать друг к другу при сборке. Щели в стыковых соединениях не должны быть более 2 мм. На палубе щитов из фанеры не допускаются трещины, заусенцы и местные отклонения глубиной более 2 мм, на палубе из древесины – более 3 мм в количестве не более 3 на 1 м².

При приемке опалубки необходимо проверить наличие паспорта с инструкцией по монтажу и эксплуатации опалубки, проверить геометрические размеры, качество рабочих поверхностей, защитной окраски поверхностей, не соприкасающихся с бетонами.

4.2.4 Бетонные работы

Бетон на строительную площадку доставляется автобетоносмесителями.

Бетонирование ведут автобетононасосом по желобам непрерывно.

Перед укладкой бетонной смеси должны быть проверены:

- правильность установки опалубки;
- правильность установки арматурных конструкций и закладных деталей.

Распределение бетонной смеси в бетонируемой конструкции производят горизонтальными слоями одинаковой толщины, укладываемыми в одном направлении. Перекрытие предыдущего слоя последующим выполняют до начала схватывания цемента, а время перекрытия устанавливается лабораторией в зависимости от температуры наружного воздуха, свойств применяемого цемента.

Бетонирование конструкций должно сопровождаться соответствующими записями в журнале производства работ.

При подаче бетонной смеси исключить расслоение и утечку цементного молока.

Бетонная смесь должна укладываться в конструкции горизонтальными слоями. Укладка бетона в слое ведется полосами без разрывов.

Уплотнение бетонной смеси производят глубинным вибратором с гибким валом. Шаг перестановки глубинных вибраторов не должен превышать 1,5 радиуса их действия. Оптимальная продолжительность вибрирования на одном месте 20-30 с. Глубина погружения вибратора в бетонную смесь должна обеспечивать частичное углубление его в ранее уложенный незатвердевший слой бетона.

При уплотнении бетонной смеси не допускается опирание вибраторов на арматуру и закладные изделия, тяжи и другие элементы крепления опалубки.

Признаками окончания уплотнения бетона при работе вибраторов являются:

- прекращение оседания бетонной смеси;
- покрытие крупного заполнителя раствором;
- появление цементного молока на поверхности и в местах соприкосновения с опалубкой;
- прекращение выделения воздушных пузырьков.

Контроль качества укладываемой бетонной смеси должен осуществляться путем проверки ее подвижности:

- у места приготовления – не реже двух раз в смену, в условиях установившейся погоды и постоянной влажности заполнителей;
- у места укладки – не реже двух раз в смену.

После окончания бетонирования и перерывов в работе более 1 часа необходимо очистить от остатков бетонной смеси вибраторы и мелкий инструмент.

Разборку опалубки производят в следующем порядке:

- удаляют наружные крепления, подкосы и распорки;
- щиты отрывают от бетона инструментами для распалубливания, ломиками или коленчатыми рычагами.

Уход за бетоном заключается в принятии мер, обеспечивающих необходимую влажность и температуру его твердения, а также предохранение его от ударов и сотрясений.

Передвижение людей по забетонированным конструкциям можно начинать только при достижении бетоном прочности не менее 2,5 МПа.

В весеннее и осеннее время на строительной площадке должны использоваться утепляющие покрытия (теплоизоляционные маты) для защиты бетонных поверхностей от действия температуры ниже -5°C .

Приемку законченных монолитных конструкций следует оформлять актом освидетельствования скрытых работ или актом на приемку ответственных конструкций.

4.3 Подбор самоходного стрелового крана

Подбираем кран по наиболее тяжелому элементу. Этим элементов является ферма – 0,505 т.

Грузоподъемность крана Q определяется по формуле

$$Q_{\text{гр}} = Q_{\text{э}} + Q_{\text{с}}, \quad (4.1)$$

где $Q_{\text{э}}$ – масса самого тяжелого элемента (фермы), т;

$Q_{\text{с}}$ – масса стропы (4-х ветвевой строп 4СК 1-3,2/5000 ГОСТ 25573-72), т.

Принимаем: $Q_{\text{э}} = 0.5$ т; $Q_{\text{с}} = 0,020$ т.

Подставляем значения в формулу

$$Q_{\text{гр}} = 0,5 + 0,020 = 0,52 \text{ т.}$$

Требуемая высота подъема крюка $H_{\text{кр}}^{\text{тр}}$, м, определяется от отметки установки грузоподъемной машины по вертикали и складывается из следующих показателей:

$$H_{\text{кр}}^{\text{тр}} = h_0 + h_{\text{з}} + h_{\text{э}} + h_{\text{с}}, \quad (4.2)$$

где h_0 – превышение опоры монтируемого элемента над уровнем стоянки башенного крана, м;

$h_{\text{э}}$ – высота элемента при монтаже перед установкой в проектное положение, м;

$h_{\text{с}}$ – высота строповки в рабочем положении от верха монтируемого элемента до низа крюка, м;

$h_{\text{з}}$ – запас по высоте для обеспечения безопасности монтажа, м.

Принимаем: $h_0 = 11,66$ м; $h_{\text{з}} = 0,5$ м; $h_{\text{э}} = 2,78$ м; $h_{\text{с}} = 3,6$ м.

$$H_{\text{кр}}^{\text{тр}} = 11,66 + 0,5 + 2,78 + 3,6 = 18,54 \text{ м.}$$

Принимаем кран РДК-25.

Характеристика крана РДК-25:

- Грузоподъемность максимальная – 25 т;
- Грузоподъемность на необходимом вылете – 3,0 т;
- Максимальная высота подъема – 45 м;
- База – 6,3 м;
- Средняя скорость подъема и опускания груза – 7,3 м/мин;
- Скорость плавной посадки груза – 0,2 м/мин;
- Скорость передвижения крана – 60 км/ч;
- Установленная мощность – 221 кВт.

4.4 Требования к качеству работ

В соответствии со статьей 53 п.4 Градостроительного кодекса РФ, в процессе строительства объекта должен проводиться контроль над выполнением работ, которые оказывают влияние на безопасность объекта строительства.

Строительный контроль проводится в процессе строительства, реконструкции, капитального строительства в целях проверки соответствия выполняемых работ проектной документации, требованиям технических регламентов, результатам инженерных изысканий, требованиям градостроительного плана земельного участка.

Строительный контроль проводится лицом, осуществляющим строительство. В случае осуществления строительства, реконструкции, капитального ремонта на основании договора строительный контроль проводится застройщиком или заказчиком. Застройщик или заказчик по своей инициативе может привлекать лицо, осуществляющее подготовку проектной документации, для проверки соответствия выполняемых работ проектной документации.

Лицо, осуществляющее строительство, обязано извещать органы государственного строительного надзора о каждом случае возникновения аварийных ситуаций на объекте капитального строительства.

Методы и средства выполнения контроля качества и испытаний строительных материалов и конструкций представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1– Методы и средства выполнения контроля качества и испытания материалов и конструкций

Наименование технологического процесса и его операций	Контролируемый параметр	Допускаемые значения параметра, требования качества	Способ (метод) контроля, средства контроля
1	2	3	4
Бетонные смеси			
Класс бетона по прочности на сжатие	Испытание образцов на сжатие ГОСТ 10180-2013	Кубы 15х15х15см, Пресс на 1000 кН	Кубы 15х15х15см, Пресс на
Активность цемента	Испытание пропаренных балочек ГОСТ 310.4-81*	Камера термообработки, пресс	Камера термообработки, пресс
Прочность крупного заполнителя раствором	Статическое дробление	Форма-пуассон, пресс на 500 кН	Форма-пуассон,
Монолитные ж/б конструкции			
Расположение арматурных стержней	Измерительный, ГОСТ 22904-93, ГОСТ 14098-91	Стальная рулетка, метр	Стальная рулетка, метр
Качество сварки, вязки стержней	Визуальный, измерительный, ГОСТ 25346-93	-	-

Окончание таблицы

1	2	3	4
Точность изготовления и установки опалубки	Измерительный, ГОСТ 25346-89, ГОСТ 25347-82	Стальная рулетка 10 м, метр	Стальная рулетка 10 м, метр
Прочность при распалубке	Испытание образцов ГОСТ 10180-2013	Формы кубов 10х10х10, пресс	Формы кубов
Проектная мощность	Натурные испытания. ГОСТ 22690-88	Склерометр, молоток Кашкарова	Склерометр, молоток
Вертикальность и горизонтальность поверхности	Провешивание нивелирование ГОСТ 26433.0-85	Рейка-отвес, нивелир	Рейка-отвес, нивелир
Раскрытие трещин	Визуальный, измерительный	Измерительная лупа со шкалой 0,1 мм	Измерительная лупа со

4.5 Потребность в материально-технических ресурсах

Изделия и материалы определены согласно [34], [35] и представлены на листе 6 графической части.

Машины и технологическое оборудование, технологическая оснастка, инструменты и приспособления представлены в таблице на листе 6 графической части.

4.6 Техника безопасности и охрана труда

4.6.1 Пожарная безопасность

На строительной площадке должна обеспечиваться соблюдением требований Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [40], а также следующим:

- назначить приказом лиц, ответственных за противопожарную безопасность на строительном объекте;
- должен быть обеспечен свободный подъезд ко всем строящимся и эксплуатируемым зданиям, к местам открытого хранения строительных материалов, конструкций и оборудования;
- не загромождать подъезды (выезды) к стройплощадке;
- запрещается разжигать костры на территории стройплощадки;
- необходимо иметь на стройплощадке работоспособный комплект первичных средств пожаротушения. На территории строительства должны быть размещены щиты со следующим минимальным набором пожарного оборудования (инвентаря): топоров – 2; ломов и лопат – 2; багров железных – 2; ведер, окрашенных в красный цвет – 2; огнетушителей – 2;
- стройка должна иметь средства связи для вызова пожарных машин. Доступ к средствам связи на территории строительства должен быть обеспечен в любое время суток.

4.6.2 Охрана труда

Санитарно-бытовое обеспечение работающих должно предусматривать следующее:

- наличие в бытовом помещении места для обогрева рабочих, места для хранения рабочей и домашней одежды (шкафчики закрытые), места для приема пищи (стол), умывальника;
- все работающие на строительной площадке должны быть обеспечены питьевой водой из расчета 3 л на одного человека в день. Храниться питьевая вода должна в бытовом помещении;
- в бытовом помещении должна находиться медицинская аптечка с набором медицинских средств по оказанию первой доврачебной помощи пострадавшим;
- допуск посторонних лиц, а также работников в нетрезвом состоянии на территорию стройплощадки, в санитарно-бытовые помещения и на рабочие места запрещается;
- все лица, находящиеся на строительной площадке, обязаны носить защитные каски по [41]. Рабочие и ИТР без защитных касок и других индивидуальных средств защиты к выполнению работ не допускаются.

4.7 Техничко-экономические показатели

Техничко-экономические показатели работ по устройству монолитных железобетонных перекрытий и колонн представлены в таблице на листе 6 графической части.

По рабочим чертежам был определен объем работ, который составил 369,25 м³.

Нормативные затраты труда рабочих определены в калькуляции трудовых затрат, они равны 137,75 чел-см.

По графику производства работ определена продолжительность работ – 54 дн.

Количество рабочих в смену составило 6 человек.

5 Организация строительного производства

5.1 Обоснование принятой продолжительности строительства объекта капитального строительства и его отдельных этапов

Обоснование принятой продолжительности строительства объекта капитального строительства и его отдельных этапов.

Продолжительность строительства здания принимается согласно СНиП 1.04.03-85*, [48], часть 2, раздел 4 "Просвещение и культура" п.35. "Городской дом культуры" и составляет 24 мес. при строительном объеме здания 33 000 м³.

Продолжительность строительства центра культурного развития (строительный объем здания – 12 825,0 м³) определяется методом линейной экстраполяции в несколько этапов.

1 этап.

Уменьшение объема составит:

$$\frac{33000-17000}{33000} \cdot 100 = 48,4 \% ,$$

Увеличение продолжительности строительства:

$$48,4 \cdot 0,3 = 14,5 \% ,$$

Продолжительность строительства с учетом экстраполяции будет равна:

$$T = 24 \cdot \frac{100-14,5}{100} = 20,5 \text{ мес.}$$

2 этап.

Уменьшение объема составит:

$$\frac{17000-12825}{12825} \cdot 100 = 32,5 \% ,$$

Увеличение продолжительности строительства:

$$32,5 \cdot 0,3 = 9,7 \%$$

Продолжительность строительства с учетом экстраполяции будет равна:

$$T = 20,5 \cdot \frac{100-9,7}{100} = 18,5 \text{ мес.}$$

Продолжительность строительства по объекту: "Строительство центра культурного развития по адресу: Красноярский край, г. Шарыпово, проспект Энергетиков, участок 5" составляет 18,5 мес., в том числе подготовительный период 1,5 мес.

6 Объектный строительный генеральный план

6.2 Выбор монтажных кранов и грузоподъемных механизмов

6.2.1 Размещение грузоподъемных механизмов

Для монтажа конструкций малоэтажных общественных зданий отдают предпочтение самоходным стреловым кранам. Они обладают высокой маневренностью, не требуют дополнительных затрат на устройство и демонтаж подкрановых путей. На выбор такого крана влияют габаритные размеры монтируемой конструкции.

В результате расчета, приведенного в п.4.3 пояснительной записки, был выбран гусеничный кран РДК-25.

6.2.2 Привязка крана

Поперечная привязка самоходного крана определяется по формуле

$$B = R_{\text{пов}} + l_{\text{без}}, \quad (6.1)$$

где $R_{\text{пов}}$ – радиус поворота, м;

$l_{\text{без}}$ – минимальное допустимое расстояние от хвостовой части поворотной платформы крана до наиболее выступающей части здания.

$$B = 4,79 + 1,08 = 6 \text{ м.}$$

6.2.3 Зоны работы крана

При размещении крана следует выявить зоны, в пределах которых постоянно действуют или потенциально могут действовать опасные производственные факторы.

К зонам постоянно действующих опасных производственных факторов, связанных с работой монтажных кранов, относятся места, над которыми перемещают грузы. Эта зона ограждается защитными ограждениями.

В целях создания благоприятных условий действующие нормативы предусматривают различные зоны: монтажную, рабочую, опасную зоны работы крана.

Монтажная зона

Пространство, в пределах которого возможно падение груза при установке и закреплении элементов. Принимается по [49] 10 м.

Рабочая зона (зона обслуживания крана)

Пространство в пределах линии, описываемой крюком крана. Принимается 20 м.

Опасная зона

Граница опасной зоны определяется по формуле

$$R_{\text{оп}} = R_{\text{max}} + 0,5 \cdot B_{\text{эл}} + l_{\text{эл}} + l_{\text{без}}, \quad (6.2)$$

где R_{max} – максимальная высота подъема груза, м;
 $l_{\text{без}}$ – тоже, что и в формуле (6.1);
 $l_{\text{эл}}$ – длина элемента, м;
 $B_{\text{эл}}$ – ширина элемента, м.

$$R_{\text{оп}} = 25,5 + 0,5 \cdot 0,08 + 15,4 + 5,6 = 46,54 \text{ м.}$$

6.3 Проектирование дорог

Основным типом автомобильных дорог на стройплощадке являются временные дороги.

Временные дороги должны обеспечивать свободный проезд других строительных механизмов и пожарных машин ко всем строящимся и эксплуатируемым зданиям (в том числе и временным), местам открытого хранения строительных материалов, конструкций и оборудования.

Ширина временных автотранспортных дорог принимается:

- при двухполосном движении – 6 м (в обоснованных случаях - до 7 м);
- при однополосном движении – 3,5 м с уширением до 6,5 м под разгрузочные площадки для автотранспорта.

Радиусы закругления – 12 м.

В местах пересечения временных дорог с опасной зоной работы крана, установлены дорожные знаки и знаки безопасности.

6.4 Проектирование складов

Проектирование складов ведут в следующей последовательности: определяют необходимые запасы хранимых ресурсов; выбирают метод хранения (открытый, закрытый и др.); рассчитывают площади по видам хранения; выбирают типы складов; размещают и привязывают к строительной площадке склады; размещают детали на открытом складе.

Необходимый запас материалов на складе:

$$P_{\text{скл}} = \frac{P_{\text{общ}}}{T} \cdot T_{\text{н}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (6.3)$$

где $P_{\text{общ}}$ – количество материалов, деталей и конструкций, требуемых для выполнения плана строительства на расчетный период (по ППР);

T – продолжительность расчетного периода по календарному плану в днях;

$T_{\text{н}}$ – норма запаса материала, в днях;

K_1 – коэффициент неравномерности поступления материала на склад (от 1,1 до 1,5);

K_2 – коэффициент неравномерности производственного потребления материала в течении расчетного периода (обычно 1,3).

Площадь склада для основных материалов и изделий $S_{тр}$:

$$S_{тр} = P_{скл} \cdot q, \quad (6.4)$$

где q – норма складирования на 1 м² площади пола с учетом проездов и проходов;

$P_{скл}$ – необходимый запас материалов на складе.

Таблица 6.1 – Расчет площадей складов

Наименование товаров и изделий	Продолжительность потребления	Потребность		Коэффициенты		Запас материалов, дн	Расчетный запас материалов	Площадь склада		Фактическая складская площадь, м ²
		Общая на расчетный период	Суточная	Поступление материалов	Потребление материалов			норма	расчетный	
		T	Робщ	Робщ/ T	k1	k2	Tн	Pскл	F	Sp
1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12
Пенобетонные блоки 400 мм	14	120,3	10,02	1,3	1,3	14	23,66	237,2	94,87	372,9
Кирпич керамический 250х120х65	14	12,696	1,813	1,3	1,3	14	23,66	42,91	57,21	
Щиты опалубки	14	519,9	74,27	1,3	1,3	14	23,66	1757	43,93	
Фермы металлические	14	17,27	2,46	1,3	1,3	14	23,66	58,37	23,34	
Цемент	14	1,87	0,09	1,3	1,3	14	23,66	2,21	0,88	10,21
арматура	14	24,207	1,27	1,3	1,3	14	23,66	30,14	12,05	

6.5 Временные здания на строительной площадке

Удельный вес различных категорий работающих представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Потребность строительства в кадрах

Категория работающих	Всего		В т.ч. в наиболее многочисленную смену	
	%	Количество	%	Количество
Рабочие	83,9	12	50	6
ИТР	11	2	80	3
Служащие	3,6	1	80	
МОП и охрана	1,5	1	80	

Экспликация временных инвентарных зданий представлена в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Экспликация временных зданий

Назначение инвентарного здания	Требуемая площадь, м2	Полезная площадь инвентарного здания, м2	Число инвентарных зданий
Гардеробная	12,6	18	2
Душевая	9,72		
Умывальная	3,6		
Сушилка	3,6		
Помещение для обогрева рабочих	1,8		
Здания административного назначения	16	18,0	1
Туалет	1,99	1,0	2

6.6 Электроснабжение строительной площадки

Расчет мощностей, необходимый для обеспечения строительной площадки электроэнергией, производят по формуле

$$P = \alpha \cdot \left(\sum \frac{K_1 \cdot P_c}{\cos \varphi} + \sum \frac{K_2 \cdot P_m}{\cos \varphi} + \sum K_3 \cdot P_{осв.} + \sum K_4 \cdot P_n \right), \tag{6.5}$$

где P– расчетная нагрузка потребителей, кВт;
α– коэффициент, учитывающий потери мощности в сети и зависящий от ее протяженности (1,05);
K₁, K₂, K₃, K₄– коэффициенты спроса, определяемые числом потребителей и несовпадением времени их работы;
P_c–мощность силовых потребителей, кВт (принимается по паспортным и техническим данным);
P_т – мощность, требуемая для технологических нужд, кВт
P_{осв.}– мощность, требуемая для наружного освещения, кВт;

P_n – сумма мощностей наружных осветительных приборов, кВт.
 Принимаем: $\alpha = 1,05$; $K_1 = 0,5$; $K_3 = 0,8$; $K_4 = 0,9$; $K_5 = 0,6$; $\cos\varphi = 0,7$.
 Подставляем в формулу (6.5), получаем:

$$P = 1,05 \cdot \left(\frac{0,5 \cdot 67,7}{0,7} + 0,8 \cdot 10 + 0,9 \cdot 17 + 0,6 \cdot 32 \right) = 95,4 \text{ кВт}.$$

Принимаем 96 кВт.
 Определение мощности электропотребителей представлено в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Определение мощности электропотребителей

№ п/п	Наименование	Тип, марка	Кол-во	Установленная мощность, кВт	
				ед.	всех
1	Глубинный вибратор	ИБ-66	2	1,0	2,0
2	Сварочный трансформатор	ТДМ-500	1	32,0	32,0
3	Освещение стройплощадки	ПЗС-35	17	1,0	17,0
4	Растворосмеситель	РМ-300	1	6,5	6,5
5	Кран гусеничный	РДК-25	1	35,0	35,0
6	Электротрамбовки		2	2,0	4,0
ИТОГО					96,5

Основной источник питания – фидер 40-25 ПС 110/10/10 кВ №40 «Городская».
 Резервный источник питания- фидер 20-10 ПС 110/10/10 кВ №20 «Западная».

6.7 Временное водоснабжение

Потребность в воде $Q_{тр}$ определяется суммой расхода воды на производственные $Q_{пр}$ и хозяйственно-бытовые $Q_{хоз}$ нужды определяется по формуле:

$$Q_{тр} = Q_{пр} + Q_{хоз}, \tag{6.6}$$

Расход воды на производственные нужды, л/с:

$$Q_{пр} = K_n \cdot \frac{q_n \cdot P_n \cdot K_{ч}}{3600 \cdot t}, \tag{6.7}$$

где q_n = 500 л - расход воды на производственного потребителя;
 P_n – число производственных потребителей в наиболее загруженную смену;
 $K_{ч}$ – 1,5 - коэффициент часовой неравномерности водопотребления;
 t = 8,12 ч - число часов в смене;
 K_n – 1,2 - коэффициент на неучтенный расход воды.

$$Q_{\text{пр}} = 1,2 \cdot \frac{500 \cdot 4 \cdot 1,5}{3600 \cdot 8,12} = 0,12 \text{ л/с},$$

Расходы воды на хозяйственно-бытовые нужды, л/с:

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{q_x \cdot P_p \cdot K_{\text{ч}}}{3600 \cdot t} + \frac{q_d \cdot P_d}{60 \cdot t}, \quad (7.8)$$

где $q_x = 15$ л - удельный расход воды на хозяйственно-питьевые потребности работающего;

P_p – численность работающих в наиболее загруженную смену;

$K_{\text{ч}} = 2$ – коэффициент часовой неравномерности потребления воды;

$q_d = 30$ л - расход воды на прием душа одним работающим;

P_d – численность пользующихся душем (до 80 % P_p);

$t_1 = 45$ мин – продолжительность использования душевой установки;

$t = 8,12$ ч – число часов в смене.

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{15 \cdot 18 \cdot 2,0}{3600 \cdot 8,12} + \frac{30 \cdot 14}{60 \cdot 45} = 0,173 \text{ л/с}.$$

$$Q_{\text{гр}} = 0,12 + 0,173 = 0,29 \text{ л/с}.$$

Расход воды для пожаротушения на период строительства $Q_{\text{пож}} = 5$ л/с.

Временное водоснабжение осуществляется за счет привозной воды технической и питьевой, питьевая вод бутилированная.

6.8 Снабжение сжатым воздухом

Потребность в сжатом воздухе, м³/мин, определяется по формуле:

$$Q = 1,4 \sum q \cdot K_0, \quad (7.9)$$

где $\sum q$ – общая потребность в воздухе пневмоинструмента;

K_0 – коэффициент при одновременном присоединении пневмоинструмента - 0,9.

$\sum q$ = компрессор – 1 шт. расход воздуха на 1 шт. 5,0 м³/мин

$$Q = 1,4 \cdot 10,0 \cdot 0,9 = 12,6 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Принимаем расход 13,0 м³/мин. Обеспечение сжатым воздухом обеспечивается от передвижной компрессорной установки производителя работ.

Потребность в обеспечении сжатым воздухом осуществляется от передвижной компрессорной установка типа ЗИФ-55А.

6.9 Охрана труда и пожарная безопасность

Работы необходимо вести в соответствии с требованиями [49].

1 Устройство производственных территорий, их техническая эксплуатация должны соответствовать требованиям строительных норм и правил, государственных стандартов, санитарных, противопожарных, экологических и других действующих нормативных документов.

2 Производственные территории и участки работ в населенных пунктах или на территории организации во избежание доступа посторонних лиц должны быть ограждены.

Конструкция защитных ограждений должна удовлетворять следующим требованиям:

- высота ограждения производственных территорий должна быть не менее 1,6 м, а участков работ – не менее 1,2;
- ограждения, примыкающие к местам массового прохода людей, должны иметь высоту не менее 2 м и быть оборудованы сплошным защитным козырьком;
- козырек должен выдерживать действие снеговой нагрузки, а также нагрузки от падения одиночных мелких предметов;
- ограждения не должны иметь проемов, кроме ворот и калиток, контролируемых в течение рабочего времени и запираемых после его окончания.

3 Места прохода людей в пределах опасных зон должны иметь защитные ограждения. Входы в строящиеся здания (сооружения) должны быть защищены сверху козырьком шириной не менее 2 м от стены здания. Угол, образуемый между козырьком и вышерасположенной стеной над входом, должен быть 70 – 75°.

4 При производстве работ в закрытых помещениях, на высоте, под землей должны быть предусмотрены мероприятия, позволяющие осуществлять эвакуацию людей в случае возникновения пожара или аварии.

5 У въезда на производственную территорию необходимо устанавливать схему внутрипостроечных дорог и проездов с указанием мест складирования материалов и конструкций, мест разворота транспортных средств, объектов пожарного водоснабжения и пр.

6 Внутренние автомобильные дороги производственных территорий должны соответствовать строительным нормам и правилам и быть оборудованы соответствующими дорожными знаками, регламентирующими порядок движения транспортных средств и строительных машин в соответствии с Правилами дорожного движения Российской Федерации,

7 Эксплуатация инвентарных санитарно-бытовых зданий и сооружений должна осуществляться в соответствии с инструкциями заводов-изготовителей.

8 Строительство и эксплуатация производственных зданий осуществляются согласно строительным нормам и правилам.

9 При производстве земляных работ на территории населенных пунктов или на производственных территориях котлованы, ямы, траншеи и канавы в местах, где происходит движение людей и транспорта, должны быть ограждены.

В местах перехода через траншеи, ямы, канавы должны быть установлены переходные мостики шириной не менее 1 м, огражденные с обеих сторон перилами высотой не менее 1,1 м, со сплошной обшивкой внизу на высоту 0,15 м и с дополнительной ограждающей планкой на высоте 0,5 м от настила.

10 На производственных территориях, участках работ и рабочих местах работники должны быть обеспечены питьевой водой, качество которой должно соответствовать санитарным требованиям.

11 Строительные площадки, участки работ и рабочие места, проезды и подходы к ним в темное время суток должны быть освещены в соответствии с требованиями государственных стандартов. Освещение закрытых помещений должно соответствовать требованиям строительных норм и правил. Освещенность должна быть равномерной, без слепящего действия осветительных приспособлений на работающих. Производство работ в неосвещенных местах не допускается.

12 Для работающих на открытом воздухе должны быть предусмотрены навесы для укрытия от атмосферных осадков.

13 При температуре воздуха на рабочих местах ниже 10 °С работающие на открытом воздухе или в неотапливаемых помещениях должны быть обеспечены помещениями для обогрева.

14 Колодцы, шурфы и другие выемки должны быть закрыты крышками, щитами или ограждены. В темное время суток указанные ограждения должны быть освещены электрическими сигнальными лампочками напряжением не выше 42 В.

15 Рабочие места и проходы к ним, расположенные на перекрытиях, покрытиях на высоте более 1,3 м и на расстоянии менее 2 м от границы перепада по высоте, должны быть ограждены защитными или страховочными ограждениями, а при расстоянии более 2 м — сигнальными ограждениями, соответствующими требованиям государственных стандартов.

16 Проемы в стенах при одностороннем примыкании к ним настила (перекрытия) должны ограждаться, если расстояние от уровня настила до нижнего проема менее 0,7 м.

17 Проходы на рабочих местах и к рабочим местам должны отвечать следующим требованиям:

- ширина одиночных проходов к рабочим местам и на рабочих местах должна быть не менее 0,6 м, а высота таких проходов в свету – не менее 1,8 м;

- лестницы или скобы, применяемые для подъема или спуска работников на рабочие места, расположенные на высоте более 5 м, должны быть оборудованы устройствами для закрепления предохранительного пояса (канатами с ловителями и др.).

18 При расположении рабочих мест на перекрытиях воздействие нагрузок на перекрытие от размещенных материалов, оборудования, оснастки и людей не должно превышать расчетные нагрузки на перекрытие, предусмотренные проектом, с учетом фактического состояния несущих строительных конструкций.

19 При выполнении работ на высоте, внизу, под местом работ необходимо выделить опасные зоны. При совмещении работ по одной вертикали нижерасположенные места должны быть оборудованы соответствующими защитными устройствами (настилами, сетками, козырьками), установленными на расстоянии не более 6 м по вертикали от нижерасположенного рабочего места.

20 Для прохода рабочих, выполняющих работы на крыше с уклоном более 20°, а также на крыше с покрытием, не рассчитанным на нагрузки от веса работающих, необходимо устраивать трапы шириной не менее 0,3 м с поперечными планками для упора ног. Трапы на время работы должны быть закреплены.

21 Производственные территории должны быть оборудованы средствами пожаротушения согласно ППБ-01, зарегистрированных Минюстом России 27 декабря 1993 г. № 445.

22 В местах, содержащих горючие или легковоспламеняющиеся материалы, курение должно быть запрещено, а пользование открытым огнем допускается только в радиусе более 50 м.

23 Не разрешается накапливать на площадках горючие вещества (жирные масляные тряпки, опилки или стружки и отходы пластмасс), их следует хранить в закрытых металлических контейнерах в безопасном месте.

24 Противопожарное оборудование должно содержаться в исправном, работоспособном состоянии. Проходы к противопожарному оборудованию должны быть всегда свободны и обозначены соответствующими знаками.

25 На рабочих местах, где применяются или готовятся клеи, мастики, краски и другие материалы, выделяющие взрывоопасные или вредные вещества, не допускаются действия с использованием огня или вызывающие искрообразование. Эти рабочие места должны проветриваться. Электроустановки в таких помещениях (зонах) должны быть во взрывобезопасном исполнении. Кроме того, должны быть приняты меры, предотвращающие возникновение и накопление зарядов статического электричества.

26 Рабочие места, опасные во взрыво- или пожарном отношении, должны быть укомплектованы первичными средствами пожаротушения и средствами контроля и оперативного оповещения об угрожающей ситуации.

6.11 Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов

Объектный строительный генеральный план разработан с учетом требований [47]. Мероприятия по санитарно-гигиеническому обслуживанию работников (туалеты, места для размещения аптечек с медикаментами и других средств для оказания первой помощи для пострадавших), обеспечению бытовыми помещениями (гардеробы, сушилки для одежды и обуви, помещения для приема пищи, отдыха, обогрева), питьевой водой, разрабатываются строительной организацией, в соответствии с «Гигиеническими требованиями к

организации строительного производства и строительных работ» Министерства здравоохранения Российской Федерации [37].

Обеспечить строительную площадку рабочим, аварийным, эвакуационным и охранным электрическим освещением.

Удаление бытовых и строительных отходов выполнять в соответствии с требованиями [44]. Сбор строительного мусора на строительной площадке предусмотреть в закрывающиеся металлические контейнеры емк. 2 м³. По мере накопления мусор вывозят на полигон ТБО.

Складирование строительного мусора на строительной площадке не предусматривается. Запрещается захоронение отходов строительства на строительной площадке.

До начала строительства произвести заключение договора на вывоз строительного мусора и бытовых отходов с местным муниципальным образованием по вывозу строительного мусора специализированным транспортом на соответствующие полигоны для утилизации.

Складирование материалов и изделий должно осуществляться на специальной отведённой площадке, движение машин и механизмов в местах, предусмотренных проектом.

При производстве строительного-монтажных работ не допустимы:

- работа двигателей машин и механизмов со сверхнормативным выбросом выхлопных газов (ГОСТ 12.1005-88);
- образование задымленности рабочей зоны выхлопными газами и запыленности отработанным воздухом пневмосистемы;
- подача без необходимости звуковых сигналов;
- работа с неисправным глушителем и несмазанными трущимися поверхностями сборочных единиц;
- выбрасывание на почву бракованных и обтирочных материалов (ГОСТ 17.4.304-85);
- попадание горюче-смазочных материалов и рабочей жидкости на почву при заправке и смазывании машин;
- сжигание отходов на территории стройплощадки;
- применение открытого огня при тех.обслуживании и пуске строительных машин;
- наезд на деревья и складирование конструкций на насаждения.

Среднее количество питьевой воды потребное для одного работающего 1-1,5 литра зимой и 3-3,5 литра летом.

Чистка и стирка спецодежды рабочих на территории строительной площадки не предусматривается. Необходимо организовать стирку используемых комплектов спецодежды не реже двух раз в месяц в централизованных прачечных.

Заправку строительных машин и механизмов ГСМ следует производить на стационарных АЗС. На стройплощадке производить только мелкий ремонт инвентаря. На машинах должен находиться исправный огнетушитель, а в местах стоянки машин должны стоять ящики с песком. Не допускается стоянка машин и механизмов с работающими двигателями.

Не допускается выпуск поверхностных вод со строительных площадок без организованного ее отвода.

Для защиты подземных вод от загрязнений (по предупреждению фильтрации загрязненных вод с поверхности почвы - в водоносные горизонты) в период строительства предусмотреть следующие мероприятия:

- не производить сброс сточных вод в поглощающие горизонты, имеющие гидрологическую связь с горизонтами, используемыми для водоснабжения;
- обязательный осмотр и проверка целостности всей топливной системы строительной техники перед началом работ на строительной площадке. Проверка герметичности топливного бака. Исключение подтеков топлива;
- прием сыпучих материалов в ненарушенной герметичной упаковке и осторожная разгрузка при приеме и складировании;
- складирование отходов производства на площадках с водонепроницаемым покрытием.

Используемые типы строительных материалов (песок, гравий, цемент, бетон, лакокрасочные материалы и др.) и строительных конструкций, должны иметь санитарно-эпидемиологическое заключение.

Работающие на открытой территории в холодный период года обеспечиваются комплектом средств индивидуальной защиты (СИЗ) от холода с учетом климатического пояса, при этом комплект СИЗ должен иметь положительное санитарно-эпидемиологическое заключение с указанием величины его теплоизоляции.

При производстве строительно-монтажных работ необходимо контролировать уровни вибрационных и шумовых нагрузок, теплового воздействия, воздействия электрического тока, пыли, газов и др. в соответствии с действующими стандартами, санитарными нормами на работающих и окружающих.

Для уменьшения количества пыли временные дороги в сухой период периодически поливать водой.

Работодатель в соответствии с действующим законодательством должен:

1. Обеспечить организацию производственного контроля за соблюдением условий труда и трудового процесса по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности труда, в соответствии [37].
2. Обеспечить соблюдение требования санитарных правил в процессе организации и производства строительных работ.
3. Разработать и внедрить профилактические мероприятия по предупреждению воздействия вредных факторов производственной среды и трудового процесса на здоровье работников с обеспечением инструментальных исследований и лабораторного контроля.

Показатели микроклимата согласно [37] должны обеспечивать сохранность теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Для уменьшения неблагоприятных последствий воздействия строительного производства на окружающую среду при строительстве настоящим рабочим проектом предусмотрено:

- организация водоотведения на территории строительной площадки;
- минимальное производство строительно-монтажных работ непосредственно на строительной площадке;
- уборка строительной площадки и прилегающей к ней пятиметровой зоны;
- осуществление благоустройства и озеленения территории по окончании строительства;
- организация в период строительства мест сбора строительного, производственного и бытового мусора и своевременная его вывозка в места утилизации;
- соблюдение санитарных норм при организации и расположении мест ремонта и стоянки строительных машин и механизмов;
- регулярная проверка исправности строительных машин и механизмов перед началом работы и эксплуатация их в строгом соответствии с техническими инструкциями.

Согласно [42] безопасность работ для окружающей среды обеспечивает исполнитель работ (подрядчик).

6.11 Технико-экономические показатели

Технико-экономические показатели объектного строительного генерального плана представлены в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Технико-экономические показатели

Наименование	Ед. измер.	Количество
Протяженность временных дорог	км	0,171
Протяженность ограждения строительной площадки	км	0,236
Общая площадь строительной площадки	м ²	13 085,19
Площадь возводимых постоянных зданий и сооружений	м ²	921,6
Площадь временных зданий и сооружений, включая складское хозяйство	м ²	1 243,28
Процент использования строительной площадки	%	30

7 Экономика строительства

7.1 Составление сметной документации и ее анализ

Сметная документация на строительство центра культурного развития г. Шарыпово, разработана в соответствии с «Методикой определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации» МДС 81-35.2004 [56].

Для определения сметной стоимости были использованы сметно-нормативная база ФЕР-2001 (Федеральные единичные расценки) в редакции 2017 года.

Для перевода базисных цен в текущий уровень цен на 4 кв. 2017 г. Был использован индекс изменения сметной стоимости СМР в соответствии с письмом Минстроя России от 5 декабря 2017 г. № 45082-ХМ/09: для объектов культуры, равный 7,89 [52].

При разработке смет накладные расходы определены по укрупненным нормативам, в % от фонда оплаты труда рабочих-строителей и механизаторов, согласно Приложению 3 «Методических указаний по определению величины накладных расходов в строительстве» МДС 81-33.2004 [53].

Сметная прибыль определена по укрупненным нормативам, в % от фонда оплаты труда рабочих-строителей и механизаторов, согласно п 2.1 «Методических указаний по определению величины сметной прибыли в строительстве» МДС 81-25.2001 [54].

В смете также дополнительно учтены:

- затраты на строительство и разборку временных зданий и сооружений - 1,8% (п.4.3 ГСН 81-05-01-2001) [60] ;

- дополнительные затраты при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время - 3% (табл.4 п.11.4 ГСН 81-05-02-2007) [61];

- резерв средств на непредвиденные расходы и затраты в соответствии с п. 4.96 МДС 81-35-2004 в размере 2% для непроизводственных зданий.

Сумма средств по уплате налога на добавленную стоимость в размере 18% в соответствии с НК РФ [50].

Локальный сметный расчет приведен в приложении Е.

Анализ структуры локального сметного расчета на устройство монолитной плиты и монолитных колонн по составным элементам представлен в табличной форме в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Структура локального сметного расчета на устройство монолитной плиты и монолитных колонн по составным элементам

Элементы	Сумма, руб.	Удельный вес, %
Прямые затраты, всего	4 411 720,44	74,50
в том числе:		
материалы	4 151 327,49	70,10
эксплуатация машин	117 417,7	1,98

Окончание таблицы

Элементы	Сумма, руб.	Удельный вес, %
основная заработная плата	142 975,25	2,41
Накладные расходы	177 575,18	3,00
Сметная прибыль	103 057,04	1,74
Лимитированные затраты	326 169,19	5,51
НДС	903 333,93	15,25
ИТОГО	5 921 855,74	100,00

Далее на рисунке 7.1 наглядно показана распределение средств в структуре сметной стоимости.

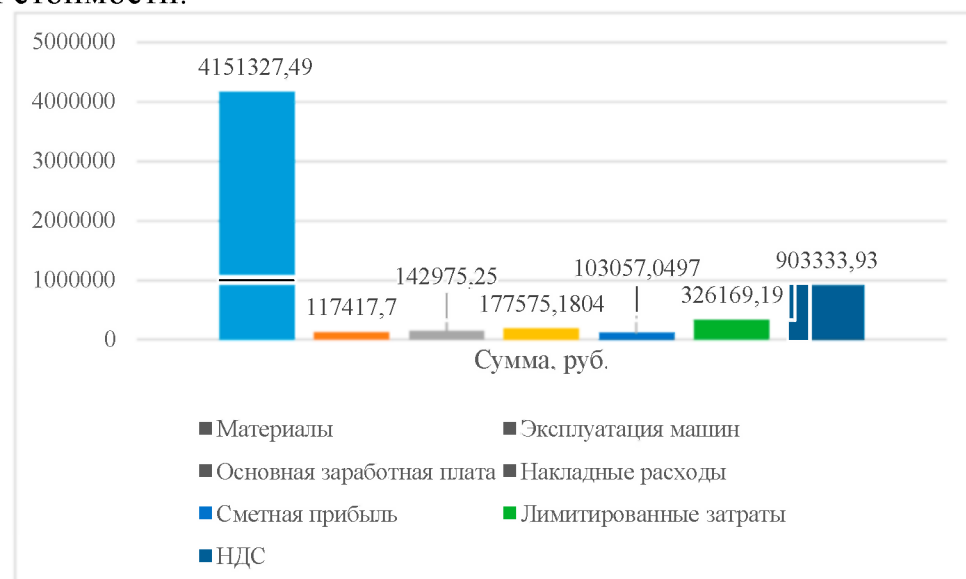


Рисунок 7.1 – Структура локального сметного расчета на устройство монолитной плиты и монолитных колонн по составным элементам

Из таблицы 7.1 и рисунка 7.1 можно сделать вывод, что основной удельный вес затрат приходится на материалы (70,10 %).

7.2 Определение прогнозной стоимости строительства

Для определения прогнозной стоимости строительства центра культурного развития используем НЦС 81-02-06-2017 «Укрупненные нормативы цены строительства. Сборник № 6. Объекты культуры» [57].

Показатель НЦС представляет собой сумму денежных средств, необходимую для возведения спортивных зданий и сооружений, рассчитанный на установленную единицу измерения (1 место, единовременная (нормативная) пропускная способность).

Приведенные показатели учитывают стоимость следующих видов работ и затрат:

- общестроительные работы;
- внутренние санитарно-технические работы;
- внутренние электромонтажные работы;

- работы по устройству внутренних систем связи, сигнализации и систем безопасности;
- работы по монтажу инженерного и технологического оборудования;
- инженерное и технологическое оборудования, а также мебель и инвентарь;
- пусконаладочные работы;
- затраты на строительство временных зданий и сооружений;
- дополнительные затраты при производстве работ в зимнее время;
- затраты, связанные с проведением строительного контроля;
- затраты на проектные и изыскательские работы, экспертиза проектной документации;
- резерв средств на непредвиденные работы и затраты.

Определение прогнозной стоимости планируемого к строительству объекта в региональном разрезе осуществляется с применением коэффициентов, учитывающих регионально-экономические, регионально-климатические, инженерно-геологические и другие условия осуществления строительства по формуле

$$C_{\text{пр}} = \left[\left(\sum_{i=1}^N \text{НЦС}_i \cdot M \cdot K_c \cdot K_{\text{тр}} \cdot K_{\text{рег}} \cdot K_{\text{зон}} \right) + Z_p \right] \cdot I_{\text{пр}} + \text{НДС}, \quad (7.1)$$

где НЦС_i – используемый показатель государственного сметного норматива - укрупненного норматива цены строительства по конкретному объекту для базового района (Московская область) в уровне цен на начало текущего года;

N – общее количество используемых показателей государственного сметного норматива – укрупненного норматива цены строительства по конкретному объекту для базового района (Московская область) в уровне цен текущего года;

M – мощность планируемого к строительству объекта (общая площадь, количество мест, протяженность и т.д.);

$I_{\text{пр}}$ – прогнозный индекс, определяемый на основании индексов цен производителей по видам экономической деятельности по строке «Капитальные вложения (инвестиции)», используемых для прогноза социально-экономического развития Российской Федерации;

$K_{\text{тр}}$ – коэффициент перехода от цен базового района (Московская область) к уровню цен субъектов Российской Федерации, применяемый при расчете планируемой стоимости строительства объектов, финансируемых с привлечением средств федерального бюджета, определяемой на основании государственных сметных нормативов – нормативов цены строительства. Величина указанных коэффициентов ежегодно устанавливается приказами Минрегиона России;

$K_{\text{рег}}$ – коэффициент, учитывающий регионально – климатические условия осуществления строительства (отличия в конструктивных решениях) в регионах Российской Федерации по отношению к базовому району;

K_c – коэффициент, характеризующий удорожание стоимости строительства в сейсмических районах Российской Федерации;

$K_{зон}$ – коэффициент зонирования, учитывающий разницу в стоимости ресурсов в пределах региона;

Z_p – дополнительные затраты, учитываемые по отдельному расчету, в порядке, предусмотренном Методикой определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации МДС 81-35.2004, утвержденной Постановлением Государственного комитета Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу от 5 марта 2004 г. N 15/1 (по заключению Министерства юстиции Российской Федерации в государственной регистрации не нуждается, письмо от 10 марта 2004 г. N 07/2699-ЮД);

НДС – налог на добавленную стоимость.

Значение прогнозного индекса – дефлятора определим по формуле

$$I_{пр} = \left(\frac{I_{н.стр}}{100} \cdot \frac{\left(100 + \frac{I_{пл.п} - 100}{2} \right)}{100} \right), \quad (7.2)$$

где $I_{н.стр}$ – индекс цен производителей по видам экономической деятельности по строке «Капитальные вложения (инвестиции)», используемый для прогноза социально-экономического развития Российской Федерации, от даты уровня цен, принятого в НЦС, до планируемой даты начала строительства, в процентах;

$I_{пл.п}$ – индекс цен производителей по видам экономической деятельности по строке «Капитальные вложения (инвестиции)», используемый для прогноза социально-экономического развития Российской Федерации, на планируемую продолжительность строительства объекта, рассчитываемого по НЦС, в процентах.

Расчет прогнозной стоимости строительства показан в приложении Ж.

7.3 Техничко-экономические показатели проекта

Техничко-экономические показатели служат основанием для решения вопроса о целесообразности строительства объекта при запроектированных параметрах и утверждения проектной документации для строительства. Они служат обоснованием технических, технологических и конструктивных решений.

Строительный объем здания определен как сумма строительного объема выше отметки $\pm 0,000$ (надземная часть) и ниже отметки $\pm 0,00$ (подземная часть).

Площадь застройки здания определена как площадь горизонтального сечения по внешнему обводу здания на уровне цоколя, включая выступающие части.

При определении этажности надземной части здания в число этажей включены все надземные этажи. При различном числе этажей этажность

определена отдельно для каждой части здания. Размеры в осях 33,1 х 35,65 м. Высота этажей: 1-ый этаж – 3,9 м, 2-ой этаж – 3,6 м.

Прогнозная стоимость строительства определена в п. 7.2 пояснительно записки ВКР.

Удельные показатели прогнозной стоимости (на 1 м² общей площади, 1 м³ строительного объема) определены путем деления общей прогнозной стоимости строительства соответственно на общую площадь и строительный объем здания.

Технико-экономические показатели объекта сведены в таблицу 7.2.

Таблица 7.2 – Технико-экономические показатели центра культурного развития г. Шарыпово

Наименование показателей	Единицы измерения	Значение
1. Объемно-планировочные показатели:		
Площадь застройки	м ²	1 150,0
Общая площадь	м ²	1 409,5
Площадь первого этажа	м ²	921,6
Площадь второго этажа	м ²	487,9
Полезная площадь	м ²	1 340,4
Строительный объем	м ³	12 825,0
Этажность		2
Высота этажа:		
Первый этаж	м	3,90 (от пола до низа плит)
Второй этаж	м	3,60 (до подвесного потолка)
Степень огнестойкости		II
Класс конструктивной пожарной опасности		C0
Класс функциональной пожарной опасности		Ф 2.1
Количество мест	место	300
Планировочный коэффициент		9,09
Объемный коэффициент		0,95
2. Стоимостные показатели		
Прогнозная стоимость строительства объекта (УНЦС)	тыс.руб.	97 926,59
Прогнозная стоимость строительства 1 м ² здания	руб.	85 153,56
Прогнозная стоимость строительства 1 м ³ здания	руб.	7 635,60
Прогнозная стоимость на одно место	руб	326 421,97
3. Прочие показатели проекта		
Продолжительность строительства	мес.	18,5

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Центр культурного развития г. Шарыпово совмещает функции учреждения культуры (выставки, спектакли, кинопоказы), образовательного центра (медиатека, курсы, творческие студии и мастерские) и общественного пространства (досуг, дискуссионные клубы, самоорганизация жителей).

В архитектурно-строительном разделе пояснительной записки приведено описание внешнего и внутреннего вида здания, его пространственной, планировочной и функциональной организации. Произведен теплотехнический расчет ограждающих конструкций.

В конструктивной части мною была рассчитана плита покрытия, монолитная колонна, подобрана арматура. Был произведен статический расчет рамы здания. В ходе работы были определены постоянные и временные нагрузки на здание.

В разделе «Проектирование фундаментов» мною были рассчитаны столбчатый и свайный фундаменты, и было выполнено их сравнение. Учитывая данные инженерно-геологические условия и по экономическим соображениям был выбран столбчатый фундамент. В качестве основания выступает суглинок мелкопластичный.

В разделе ТСП разработана технологическая карта на устройство монолитного железобетонного перекрытия на отметке +3,650 и устройство монолитных железобетонных колонн. Подобран гусеничный кран РДК-25. Объем работ составил 369,25 м³. Нормативные затраты труда – 137,75 чел-см.

Продолжительность работ – 54 дня.

В разделе организация строительства представлен объектный строительный генеральный план на период возведения надземной части. На стройгенплане показаны существующие здания, строящееся здание, стоянки кранов, приобъектные склады, расстановка пожарных гидрантов, схема движения транспорта и бытовой городок. Рассчитаны опасные зоны крана: монтажная зона, рабочая зона и опасная зона работы крана.

В экономической части проекта рассчитана локальная смета на устройство монолитной плиты и монолитных колонн. Определена прогнозная стоимость строительства, которая составила 97 926,59 тыс.руб.

Стоимость устройства монолитной плиты и монолитных колонн на 4 квартал 2017 года составила 5 млн. 921 тыс. руб.

Создание в городе Шарыпово принципиально нового культурно-досугового центра, ориентирующегося на лучшие образцы современной культуры, будет способствовать решению проблемы замедления социокультурного развития местного сообщества, оттока высококвалифицированных кадров, творчески активной и талантливой молодежи.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 СТО 4.2-07-2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Взамен СТО 4.2-07-2012; Введ. 30.12.2013. – Красноярск: ИПК СФУ, 2014. – 60 с.

2 Учебно-методическое пособие к выпускной квалификационной работе бакалавров направления 08.03.01 «Строительство»; профиль подготовки – «Промышленное и гражданское строительство». / Сост. С. В. Деордиев, О. В. Гофман, И. Я. Петухова, Е. М. Сергуничева, С. П. Холодов, И. И. Терехова, И. А. Саенко. – Электрон. издан. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2016. – 64 с.

Состав проектной и рабочей документации по строительству и требования к оформлению

3 ГОСТ Р 21.1101 – 2013 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации. – Взамен ГОСТ Р 21.1101 – 2009; введ. с 11.06.2013. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 55 с.

4 ГОСТ 21.501 – 2011 Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений. – Взамен ГОСТ 21.501 – 93; введ. с 1.05.2013. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 45 с.

5 Положение о составе разделов проектной документации и требования к их содержанию (утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008г. №87).

6 ГОСТ 21.201 – 2011 Система проектной документации для строительства (СПДС). Условные графические изображения элементов зданий, сооружений и конструкций. – Взамен ГОСТ 21.501-93 ; введ. 01.05.2013. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 23 с.

Архитектурно-строительный раздел

7 СП 118.13330.2012 Общие здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06–2009. – Введ. 01.09.2014 г. – М.: ФАУ ФЦС, 2012. – 77 с.

8 СП 59.13330.2012 Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01–2001. – Введ. 01.01.2013 г. – М.: ФАУ ФЦС, 2013. – 62 с.

9 ГОСТ 31173-2003 Блоки дверные стальные. Технические условия. – Введ. 01.03.2003. – М.: ФГУП ЦПП, 2003. – 54 с.

10 Кирпич и камень керамические. Общие технические условия. – Введ. 01.07.2013. – М.: Стандартинформ, 2013. – 31 с.

11 СП 29.13330.2011 Полы. Актуализированная редакция СНиП 2.03.13-88. – Введ. 20.05.2011. – М.: ОАО «ЦПП», 2011. – 68 с.

12 СП 28.13330.2012 Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85 (с Изменениями N 1, 2). – Введ. 01.01.2013. – М.: ООО «Аналитик», 2012. – 99 с.

13 СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. – Введ. 8.05.2017. – М.: ООО «Аналитик», 2016 – 135 с.

14 СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99*. – Введ. 1.01.2013. – М.: ООО «Аналитик», 2012. – 99 с.

15 СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Введ. 1.07.2013. – М.: ООО «Аналитик», 2012 – 100 с.

16 СП 17.13330.2017 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76. – Введ. 01.12.2017. – М.: Стандартинформ, 2017. – 51 с.

17 СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – Взамен. "Санитарных норм микроклимата производственных помещений" ; введ. 01.10.1996. – М.: ГУП ЦПП, 2001. – 20 с.

18 Серия 1.236-5 Выпуск 2. Противопожарные двери деревянные облицованные тонколистовой сталью. – Введ. 01.07.1977. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 106 с.

19 ГОСТ 21519 – 2003 Блоки оконные из алюминиевых сплавов. – Введ. 1. 03. 2004. – М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004 –30 с.

20 СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003. – Введ. 20.05.2011. – М.: ОАО «ЦППЦ», 2010. – 113 с.

21 СП 23-103-2003 Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий. – Введ. 25.12.2003. – М.: ФГУП ЦПП, 2004 – 72 с.

Расчетно-конструктивный раздел Бетонные, железобетонные и каменные конструкции

22 СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. – Введ. 01.01.2013. – М.: Минрегион России, 2012.

23 СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. – Взамен СП 20.13330.2010; введ. 20.05.2011. – М.: ОАО ЦПП, 2011. -90 с.

24 ГОСТ 5781-82 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3, 4, 5). – Взамен ГОСТ 5.1459-72, ГОСТ 5781-75; введ. 01.07.1983. – М: Стандартинформ, 2006. – 10 с.

25 СП 52-101-2003 Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. – Введ. 01.03.2004. – М: ФГУП ЦПП, 2004. – 59 с.

26 Пособие к СНиП 2.03.01-84 Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов без

предварительного напряжения арматуры. – М: Центральный институт типового проектирования. – 195 с.

27 Добромыслов, А.Н. Примеры расчета конструкций железобетонных инженерных сооружений / А.Н. Добромыслов. – М.: АСВ, 2010. – 269 с.

Основания и фундаменты

28 СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83. - Взамен СП 22.13330.2010; введ. 20.05.2011. – М.: ОАО ЦПП, 2011. – 162с.

29 Основания и фундаменты: учеб.-метод. пособие для курсового и дипломного проектирования [Электронный ресурс] / сост. О.М. Преснов. – Электрон. дан. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012.

28 СП 50-101-2004 Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений [Электронный ресурс]: Введ. 2004-03-09// Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «Консорциум кодекс». – Режим доступа <http://docs.cntd.ru>.

30 Ю.Н. Козаков, Г.Ф. Шишканов. Проектирование свайных фундаментов из забивных свай: методические указания к курсовому и дипломному проектированию для студентов специальностей 290300, 290500, 291400, 291500. – Красноярск: КрасГАСА, 2003. – 54 с.

Технология строительного производства

31 СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01 – 87. – Введ. 01.01.2013. – М: ОАО ЦПП, 2013. – 280 с.

32 Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты МДС 12-29.2006. – М.: ЦНИИОМТП, 2007. – 9с.

33 Хамзин, С.К. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование: учебное пособие для студентов строит, вузов / С.К. Хамзин, А.К. Карасев. - М.: ООО «Бастет», 2007. -216с.

34 Анпилов, С.М. Опалубочные системы для монолитного строительства: учебное пособие для вузов / С.М. Анпилов. - М.: АСВ, 2005. - 280с.

35 Каталог схем строповок конструкций зданий и сооружений территориальных каталогов ТК-1-1.88 и ТК-1-2 и строительных материалов в контейнерах. - М.: МК ТОСП, 2002. -58с.

36 ЕНиР: Комплект / Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1987.

37 СанПиН 2.2.3.1384-03 Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ. – Введ. 11.06.2003 г. – М.: Федеральный центр госсанэпирнадзора Минздрава России, 2003. –60 с.

38 РДС 82-201-96 Правила разработки норм расхода материалов в строительстве. – Введ. 14.11.96. – М.: ГУП ЦПП, 1997 год. – 43 с.

39 Дикман Л.Г. Организация строительного производства : учеб. для вузов / Л.Г. Дикман. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : АСВ, 2003. – 509 с. : ил. – Библиогр. : с. 506. – Предм. указат. : с. 507-510.

40 № 123-ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности от 22.07.2008. // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

41 ГОСТ 12.4.087-84. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Строительство. Каски строительные. Технические условия. – Введ. 01.01.1985. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 7 с.

Организация строительного производства

42 СП 48.13330.2011. Организация строительства. Актуализированная редакция. – Введ. 20.05.2011. – М.: ОАО ЦПП, 2011.

43 Терехова, И.И. Организационно-технологическая документация в строительстве: учебно-методическое пособие для практических занятий, курсового и дипломного проектирования/ И.И. Терехова, Л.Н. Панасенко, Н.Ю. Клиндух. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 40 с.

44 МДС 12 - 46.2008. Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства, проекта организации работ по сносу (демонтажу), проекта производства работ.- М.: ЦНИИОМТП, 2009.

45 РД-11-06-2007. Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ. – Введ. 01.07.2007.

46 СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01.89*. – Введ. 01.07.2017 г. – М.: ОАО «ЦПП», 2011. – 98 с.

47 Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7 - ФЗ. // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

48 СНиП 1.04.03-85*. Нормы продолжительности строительства и заделов в строительстве предприятий, зданий и сооружений: в 2ч. - Госстрой России – М.: АПП ЦИТП, 1991.

СП 49.13330.2010. Безопасность труда в строительстве: в 2ч. Общие требования. - Взамен СНиП 12-03-2001; введ. 2001-09-01. - М.: Книга - сервис, 2003.

Экономика строительства

49 Налоговый кодекс Российской Федерации. В 2 ч. [Электронный ресурс] : федер. закон от 31.07.1998 № 146-ФЗ ред. от 18.07.2017. // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

50 Приложение № 17 к приказу Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от «28» августа 2014 г. № 506/пр. // Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации — федеральный орган исполнительной власти. – Режим доступа <http://www.minstroyrf.ru>.

51 Письмо Минстроя России от 5 декабря 2017 г. № 45082-ХМ/09 «О рекомендуемой величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости строительства в IV квартале 2017 года, в том числе величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости пусконаладочных работ, а также величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости проектных и изыскательских работ». // Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации — федеральный орган исполнительной власти. – Режим доступа <http://www.minstroyrf.ru>.

52 МДС 81-33.2004. Методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве. – Введ. 2004-01-12. // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

53 МДС 81-25.2001. Методические указания по определению величины сметной прибыли в строительстве. – Введ. 2001-02-28. // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

54 МДС 81-02-12-2011 Методические рекомендации по применению государственных сметных нормативов - укрупненных нормативов цены строительства различных видов объектов капитального строительства непроизводственного назначения и инженерной инфраструктуры. – Введ. 2011-10-04. // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

55 МДС 81-35.2004. Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. – Введ. 2004-03-09. // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

56 НЦС 81-02-06-2017. Объекты культуры. – Введ. 2017-06-13. // Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации — федеральный орган исполнительной власти. – Режим доступа <http://www.minstroyrf.ru>.

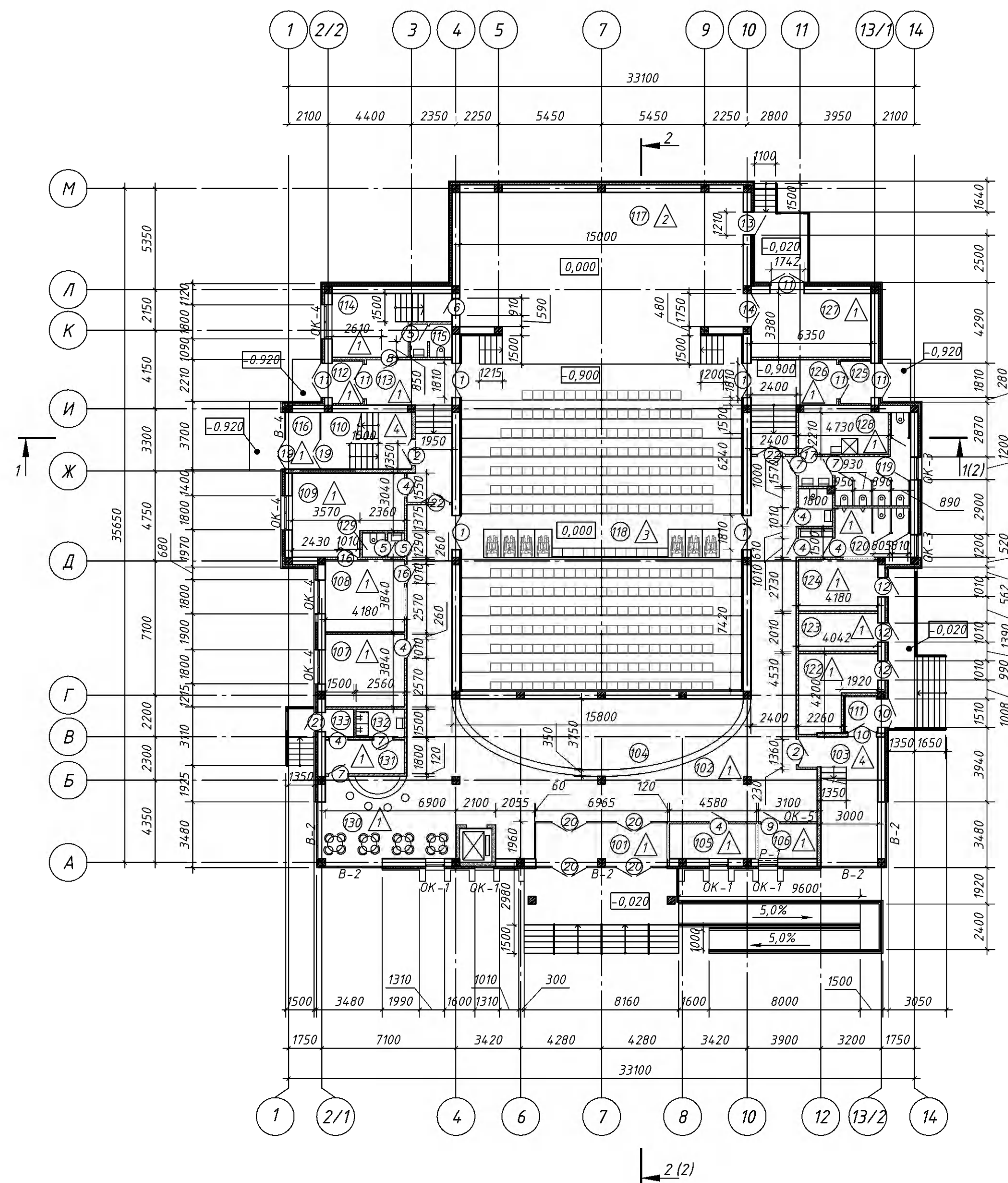
57 Сборники расценок ФЕР-2001 в редакции 2017 года. // Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации — федеральный орган исполнительной власти. – Режим доступа <http://www.minstroyrf.ru>.

58 Федеральные сборники сметных цен на материалы, изделия и конструкции, применяемые в строительстве ФССЦ-2001 в редакции 2017 года. // Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации — федеральный орган исполнительной власти. – Режим доступа <http://www.minstroyrf.ru>.

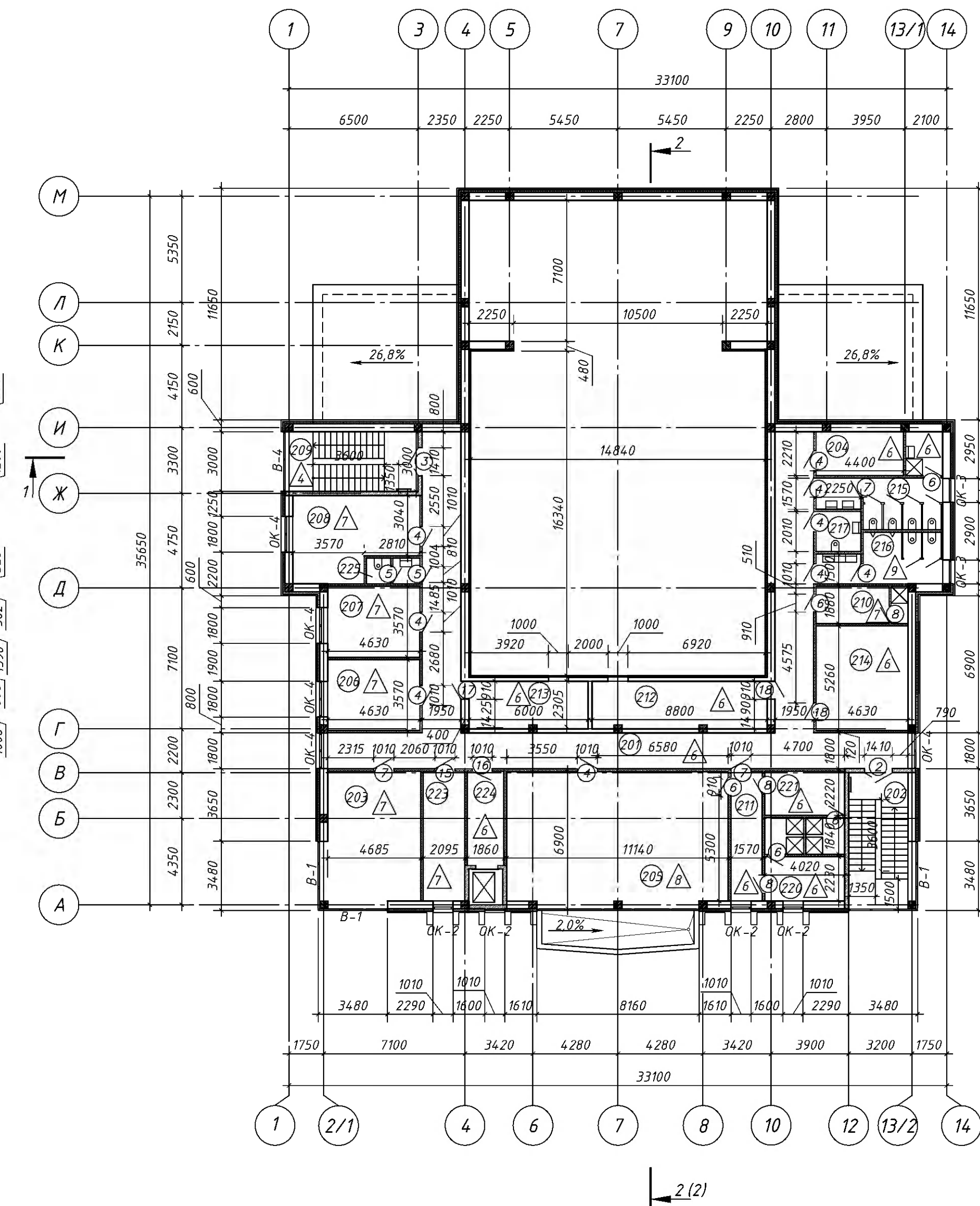
59 ГСН 81-05-01-2001. Сборник сметных норм затрат на строительство временных зданий и сооружений. - Введ. 2001-05-15. - М.: Госстрой России, 2001.

60 ГСН 81-05-02-2001. Сборник сметных норм дополнительных затрат при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время. - Введ. 2001-06-01. - М.: Госстрой России, 2001.

План первого этажа



План второго этажа



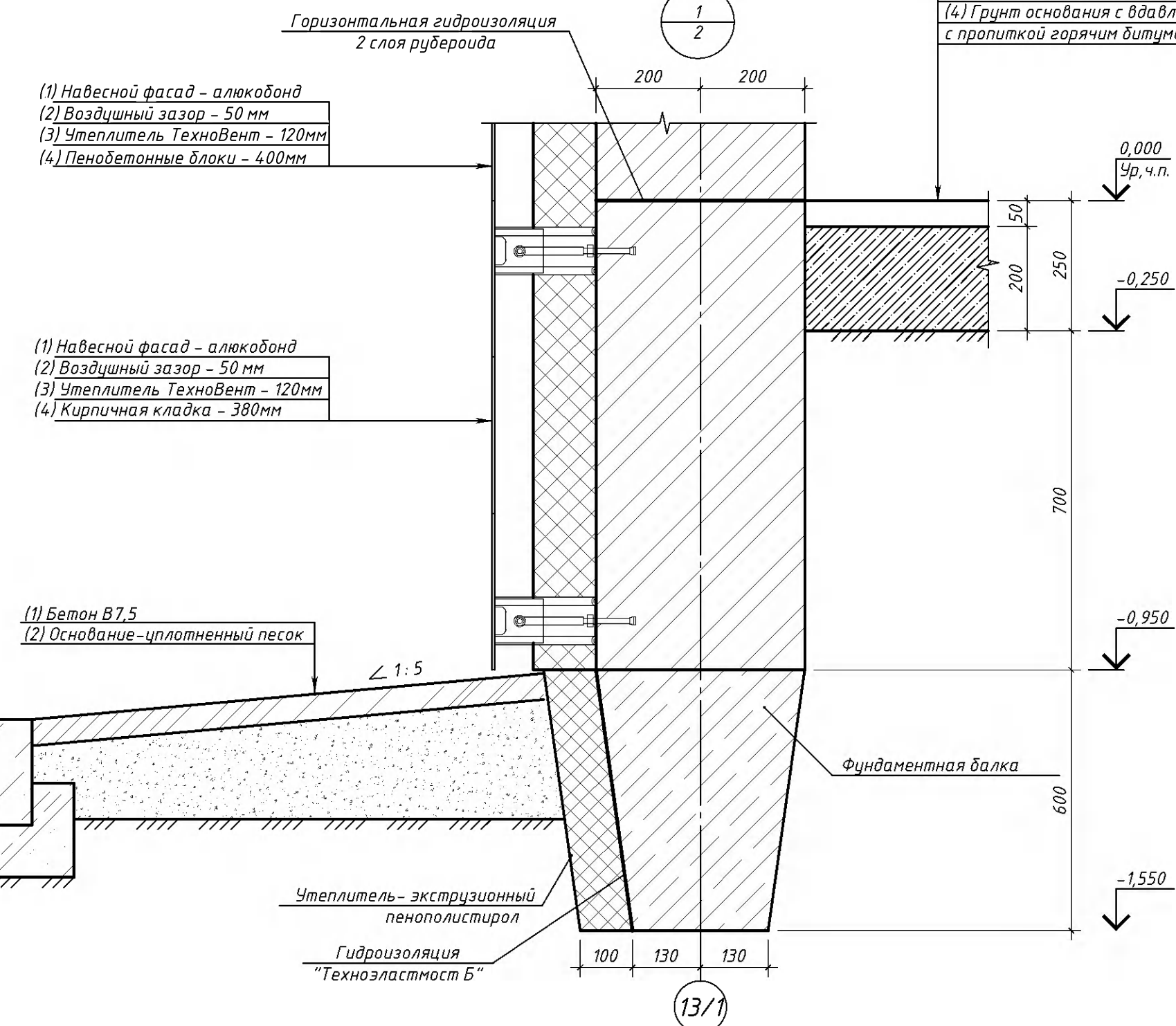
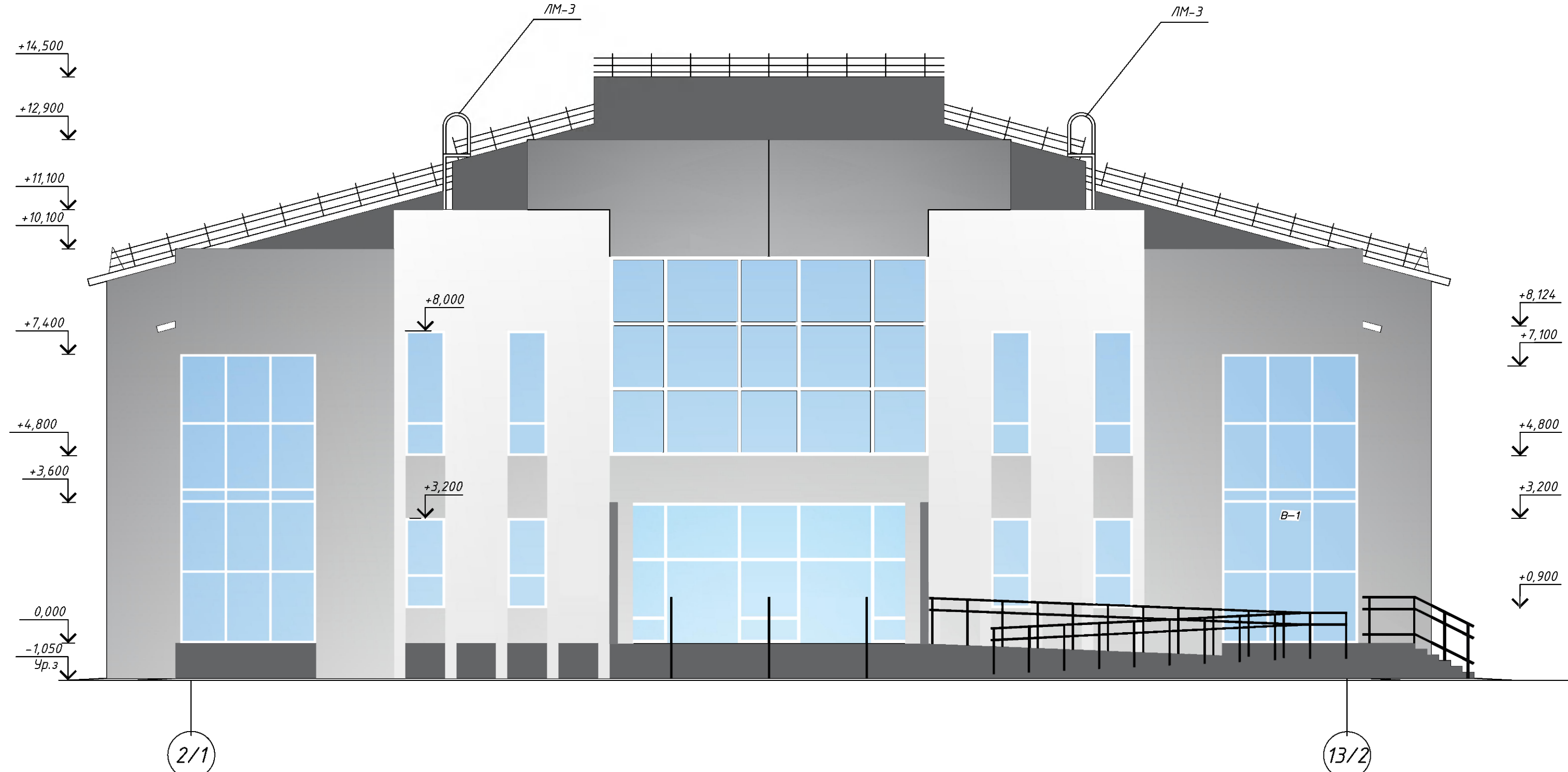
Экспликация помещений 1-ого этажа

НОМЕР ПОМЕЩЕНИЯ	НАИМЕНОВАНИЕ	ПЛОЩАДЬ М2	КАТ. ПОМЕЩЕНИЙ
101	ТАМБУР	12.3	
102	ФОЙЕ	194.0	
103	ЛЕСТНИЧНАЯ КЛЕТКА	22.2	
104	ГАРДЕРОБ	входит в состав фойе	
105	ДИСПЕТЧЕРСКАЯ	9.6	
106	КАССА	6.0	
107	АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ПОМЕЩЕНИЕ	15.3	
108	КОСТЮМЕРНАЯ	15.3	В2
109	АРТИСТИЧЕСКАЯ	23.1	
110	ЛЕСТНИЧНАЯ КЛЕТКА	14.2	
111	ТАМБУР	3.4	
112	ТАМБУР	3.5	
113	ВЕСТИБЮЛЬ	17.7	
114	КОМНАТА ОЖИДАНИЯ ВЫХОДА АРТИСТОВ	17.7	
115	САМУЗЕЛ АРТИСТИЧЕСКИЙ	3.9	
116	ТАМБУР	3.6	
117	ЭСТРАДА	127.3	
118	ЗРИТЕЛЬНЫЙ ЗАЛ	267.7	
119	ЖЕНСКИЙ САМУЗЕЛ	15.7	
120	МУЖСКОЙ САМУЗЕЛ	13.1	
121	САМУЗЕЛ ММГН	3.5	
122	ИТП	13.2	Д
123	ПОМЕЩЕНИЕ ВОДОМЕРНОГО УЗЛА	8.2	Д
124	ЭЛЕКТРОЩИТОВАЯ	11.2	В4
125	ТАМБУР	3.6	
126	ВЕСТИБЮЛЬ	17.1	
127	КЛАДОВАЯ ДЕКОРАЦИЙ	20.6	В2
128	КУХИ	10.3	В4
129	С/У ПЕРСОНАЛА	2.9	
130	ЗАЛ КАФЕТЕРИЯ НА 20 МЕСТ	30.0	
131	ДОГотовочная КАФЕТЕРИЯ	7.5	
132	МОЕЧНАЯ КАФЕТЕРИЯ	4.0	
133	ТАМБУР	2.9	
ИТОГО		908.5	

Экспликация помещений 2-ого этажа

НОМЕР ПОМЕЩЕНИЯ	НАИМЕНОВАНИЕ	ПЛОЩАДЬ М2	КАТ. ПОМЕЩЕНИЙ
201	КОРИДОР	111.6	
202	ЛЕСТНИЧНАЯ КЛЕТКА №1	20.3	
203	КОВОРКИНГ	32.7	
204	ПОМЕЩЕНИЕ ХРАНЕНИЯ СВЕТИЛЬНИКОВ И ТЕХ. СРЕДСТВ ДЛЯ ОБСЛУЖ. СВЕТИЛЬНИКОВ	9.6	В2
205	ХОРЕОГРАФИЧЕСКИЙ ЗАЛ	73.0	
206	СТУДИЯ ЗВУКОЗАПИСИ	16.4	
207	СТУДИЯ ВОКАЛА	16.4	
208	ИЗОСТУДИЯ	24.2	
209	ЛЕСТНИЧНАЯ КЛЕТКА №2	19.9	
210	КОМНАТА ОТДЫХА ПЕРСОНАЛА	6.8	
211	КОРИДОР	10.1	
212	ПРОЕКТОРНАЯ	20.7	В3
213	КОМНАТА УПРАВЛЕНИЯ СВЕТОМ И ЗВУКОМ	14.1	В3
214	ВЕНТКАМЕРА	24.1	Д
215	ЖЕНСКИЙ САМУЗЕЛ	13.9	
216	МУЖСКОЙ САМУЗЕЛ	13.9	
217	САМУЗЕЛ ММГН	4.3	
218	ДУШЕВАЯ МУЖСКАЯ	3.5	
219	ДУШЕВАЯ ЖЕНСКАЯ	3.5	
220	РАЗДЕВАЛКА МУЖСКАЯ	8.8	
221	РАЗДЕВАЛКА ЖЕНСКАЯ	8.8	
222	КУХИ	4.0	В4
223	СЕРВЕРНАЯ	13.5	В3
224	ЛИФТОВОМ ХОЛЛ, ПОЖАРОБЕЗОПАСНАЯ КОМНАТА ДЛЯ ММГН	8.7	В3
225	С/У ПЕРСОНАЛА	3.5	
226	ДУШЕВАЯ ПЕРСОНАЛА	1.6	
ИТОГО		474.0	

Фасад 2/1-13/2



(1) Керамогранит противоскользящий t=10мм
(2) Затирка швов на клею в растворе - 10мм
(3) Выравнивающая стяжка из цементно-песчаного раствора М150 с полимерными добавками - 40мм
(4) Плита монолитная - 100 мм
(5) Грунт основания с вдавливанием щебня с пропиткой горячим битумом

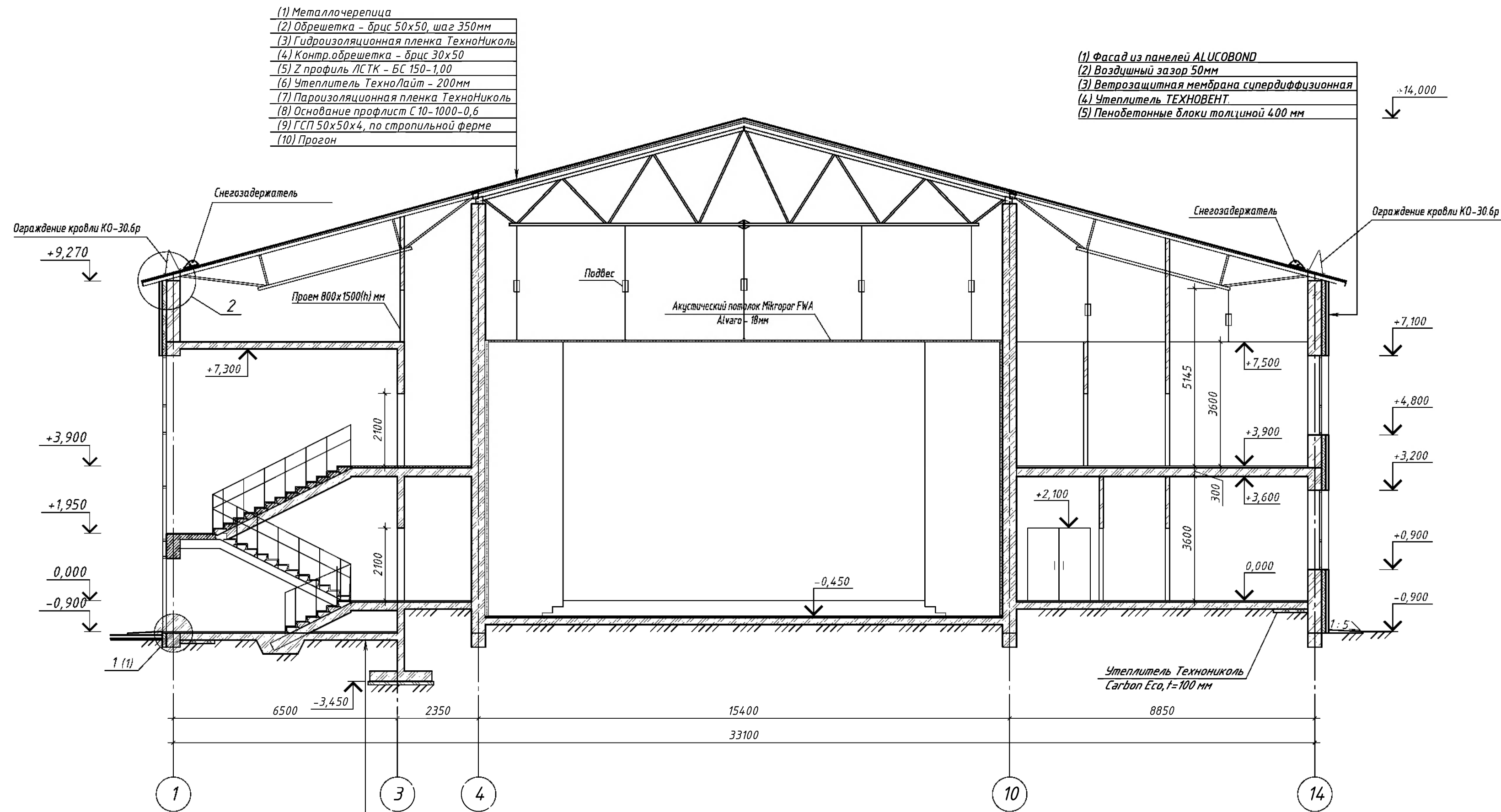
(1) Навесной фасад - алюминий
(2) Воздушный зазор - 50 мм
(3) Утеплитель ТехноВент - 120мм
(4) Пенобетонные блоки - 400мм

(1) Навесной фасад - алюминий
(2) Воздушный зазор - 50 мм
(3) Утеплитель ТехноВент - 120мм
(4) Кирпичная кладка - 380мм

(1) Бетон В7.5
(2) Основание - уплотненный песок

					БР-08.03.01-АР		
					ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"		
					Инженерно-строительный институт		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
Разработал	Гроза А.В.					Стация	Лист
Консультант	Лямзина П.В.						Листов
Руководитель	Гофман О.В.						1
Н.к.контроль	Гофман О.В.					Кафедра СМ/ТС	
Зав.кафедрой	Амелинчук С.П.						

Разрез 1-1

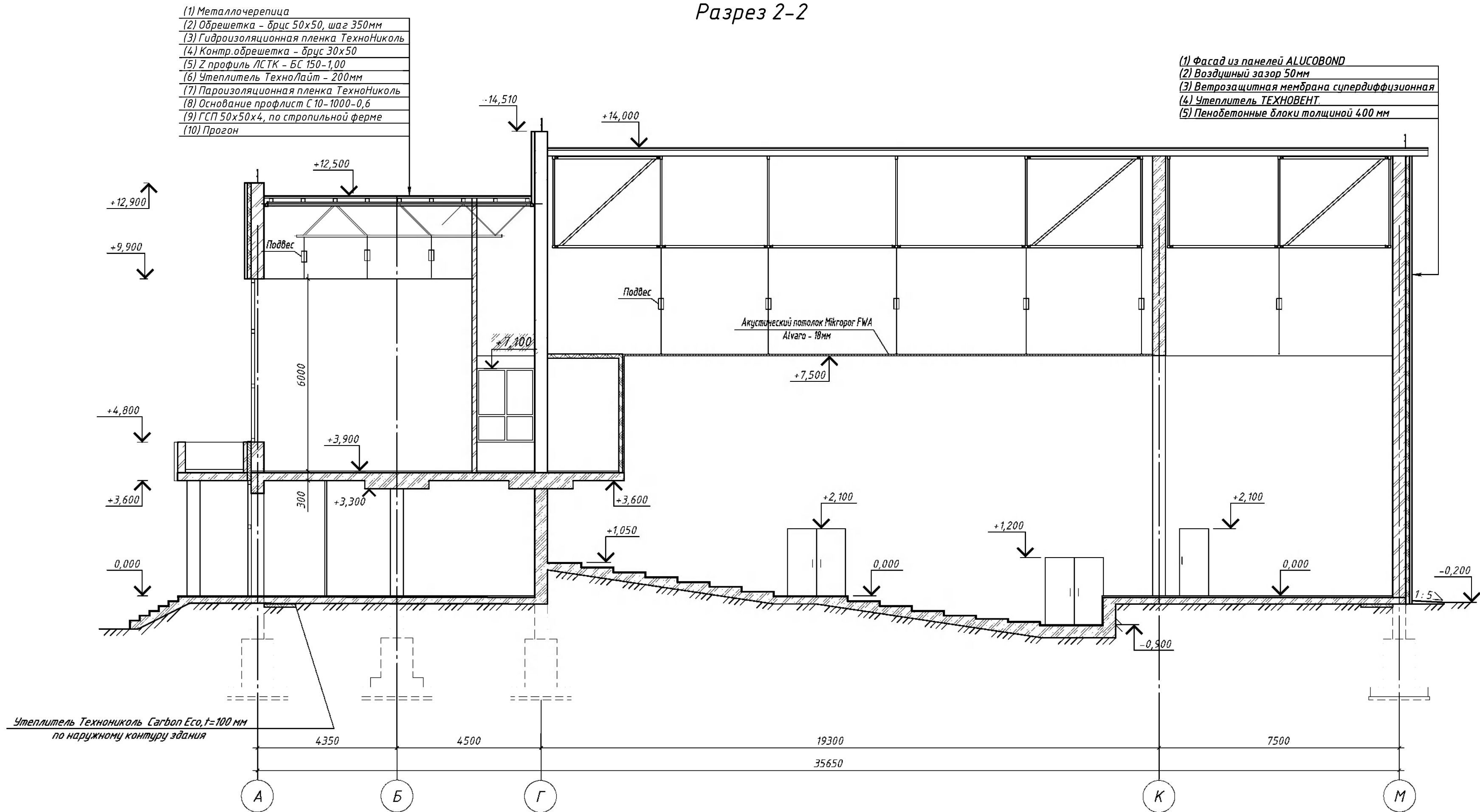


- (1) Металлочерепица
- (2) Обрешетка - брус 50x50, шаг 350мм
- (3) Гидроизоляционная пленка ТехноНиколь
- (4) Контр. обрешетка - брус 30x50
- (5) Z профиль ЛСТК - БС 150-1,00
- (6) Утеплитель ТехноЛайт - 200мм
- (7) Пароизоляционная пленка ТехноНиколь
- (8) Основание профлист С 10-1000-0,6
- (9) ГСП 50x50x4, по стропильной ферме
- (10) Прогон

- (1) Фасад из панелей ALUCOBOND
- (2) Воздушный зазор 50мм
- (3) Ветрозащитная мембрана супердиффузионная
- (4) Утеплитель ТЕХНОВЕНТ
- (5) Пенобетонные блоки толщиной 400 мм

- (1) Керамогранит противоскользкий f=10мм с защитной шпай на клеевом растворе - 10мм
- (2) Выравнивающая стяжка из цементно-песчаного раствора М150 с полимерными добавками - 40мм
- (3) Плита монолитная - 100 мм
- (4) Грунт основания с вдавливанием щебня с пропиткой горячим битумом

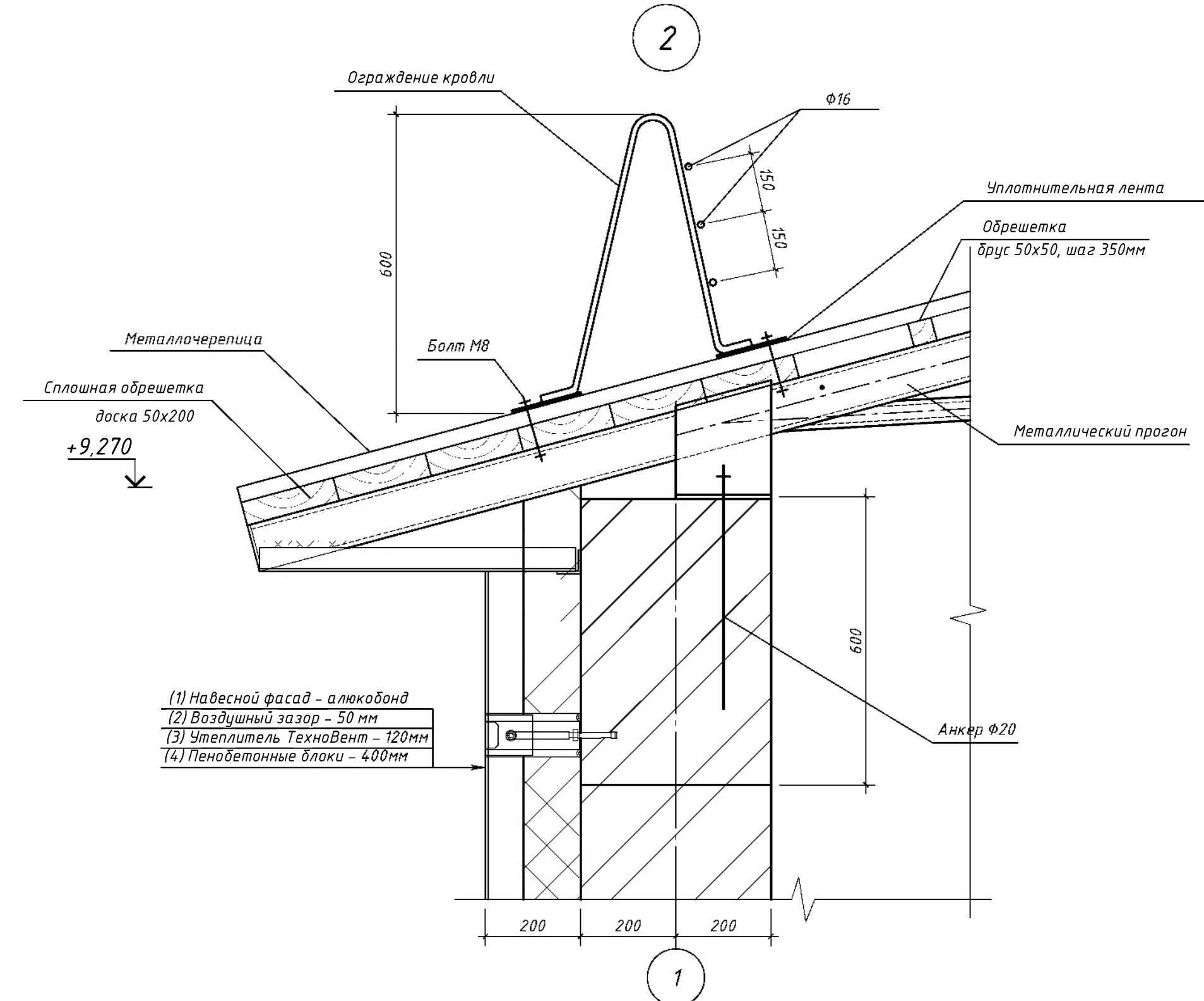
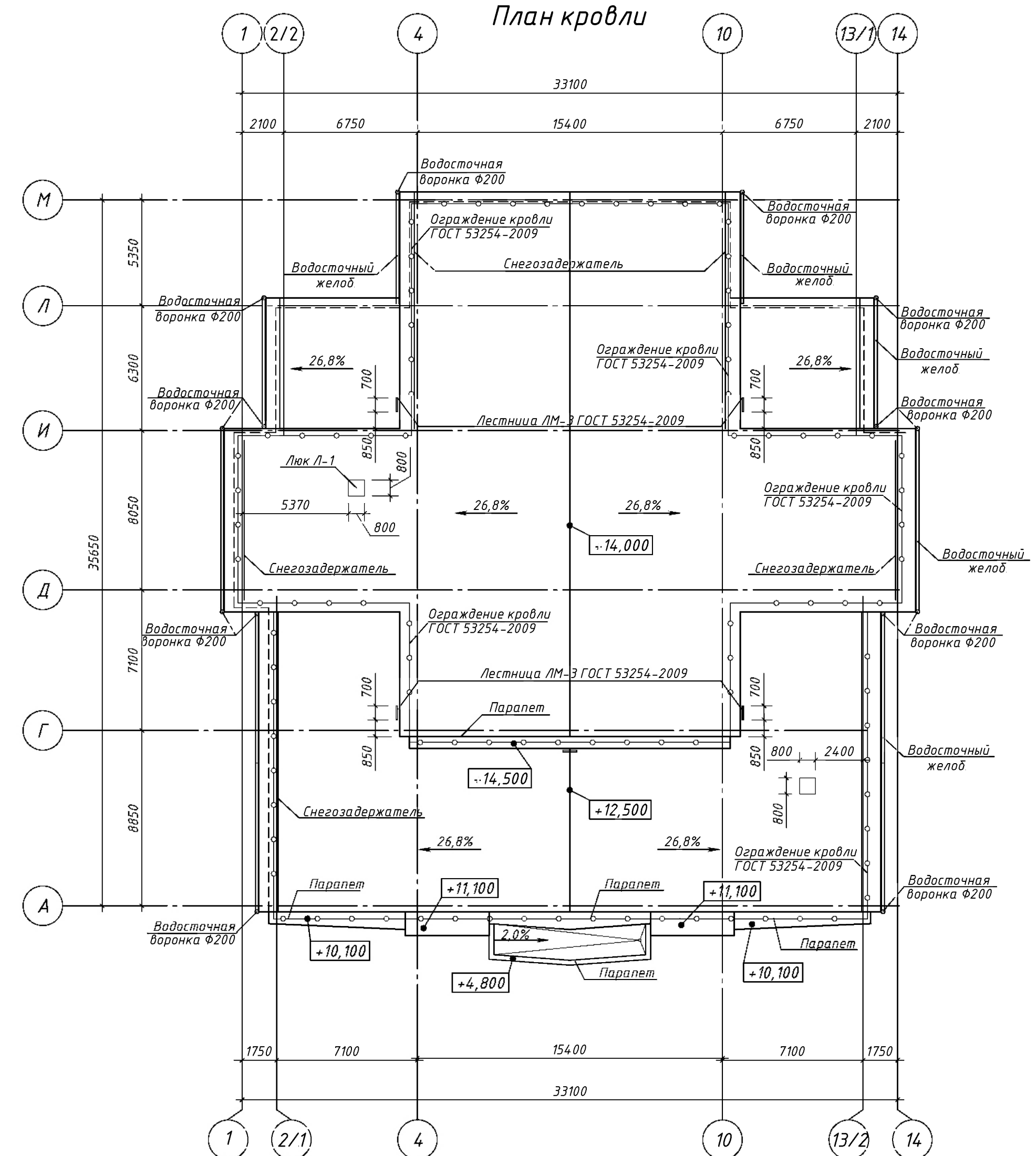
Разрез 2-2



- (1) Металлочерепица
- (2) Обрешетка - брус 50x50, шаг 350мм
- (3) Гидроизоляционная пленка ТехноНиколь
- (4) Контр. обрешетка - брус 30x50
- (5) Z профиль ЛСТК - БС 150-1,00
- (6) Утеплитель ТехноЛайт - 200мм
- (7) Пароизоляционная пленка ТехноНиколь
- (8) Основание профлист С 10-1000-0,6
- (9) ГСП 50x50x4, по стропильной ферме
- (10) Прогон

- (1) Фасад из панелей ALUCOBOND
- (2) Воздушный зазор 50мм
- (3) Ветрозащитная мембрана супердиффузионная
- (4) Утеплитель ТЕХНОВЕНТ
- (5) Пенобетонные блоки толщиной 400 мм

План кровли



- (1) Навесной фасад - алюкобонд
- (2) Воздушный зазор - 50 мм
- (3) Утеплитель ТехноВент - 120мм
- (4) Пенобетонные блоки - 400мм

						БР-08.03.01-АР			
						ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"			
						Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Центр культурного развития, г. Шарыпово	Стандия	Лист	Листов
Разработал	Гроза А.В.								
Консультант	Лямзина П.В.								
Руководитель	Гофман О.В.						2		
Н.Контроль	Гофман О.В.								
Зав.кафедрой	Анелинчук С.П.					Разрез 1-1, разрез 2-2, план кровли, карнизный узел	Кафедра СМиТС		
Формат А1									

Опалубочный чертеж плиты монолитной плиты перекрытия ПМ-1 на отм. 3.650

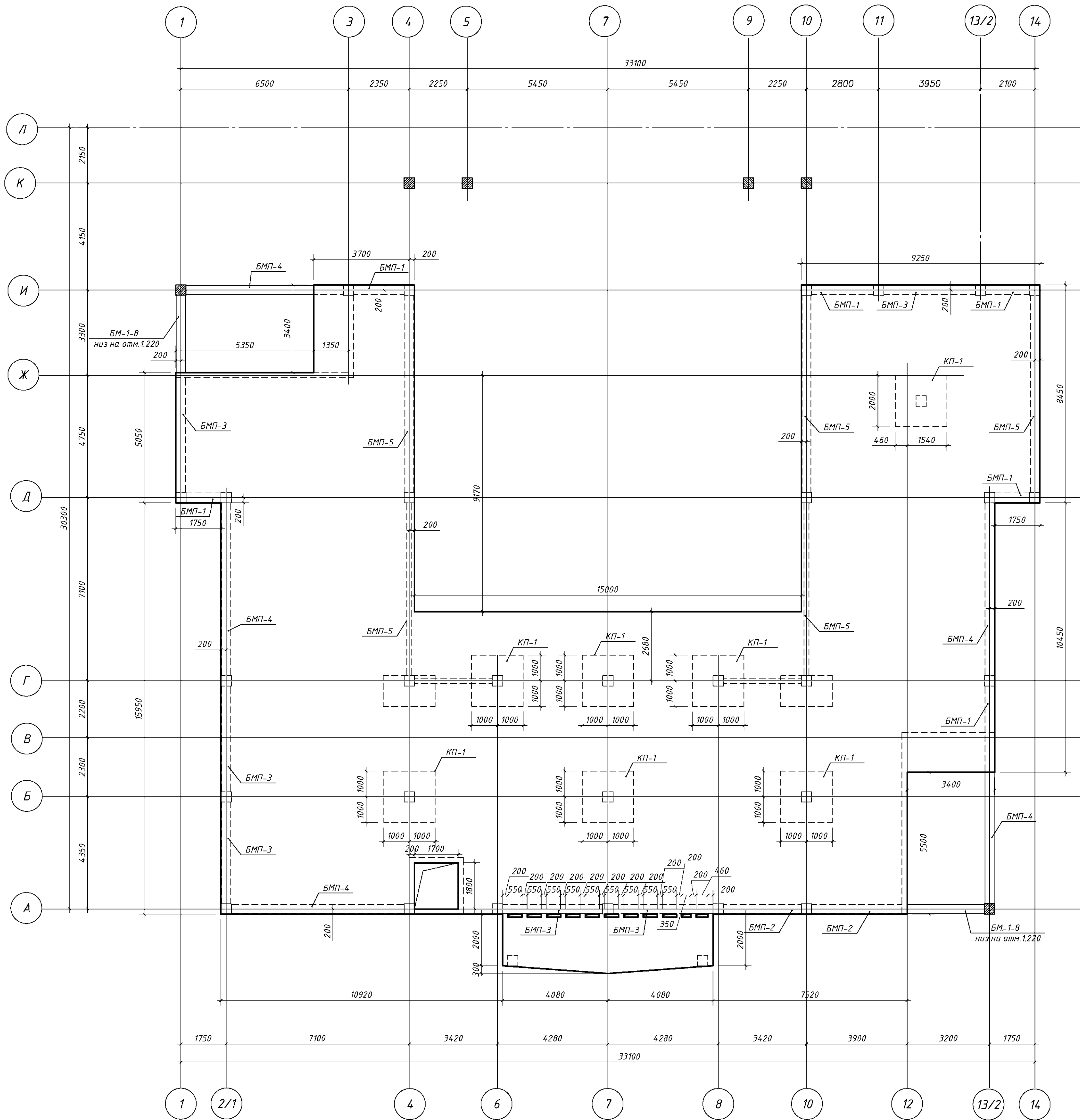


Схема армирования капители КР-1

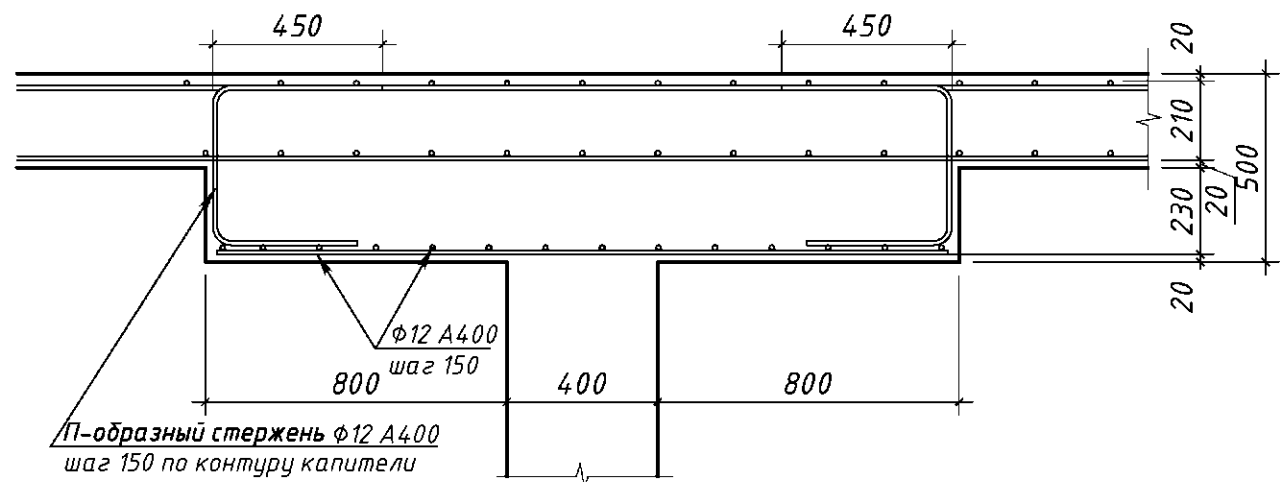
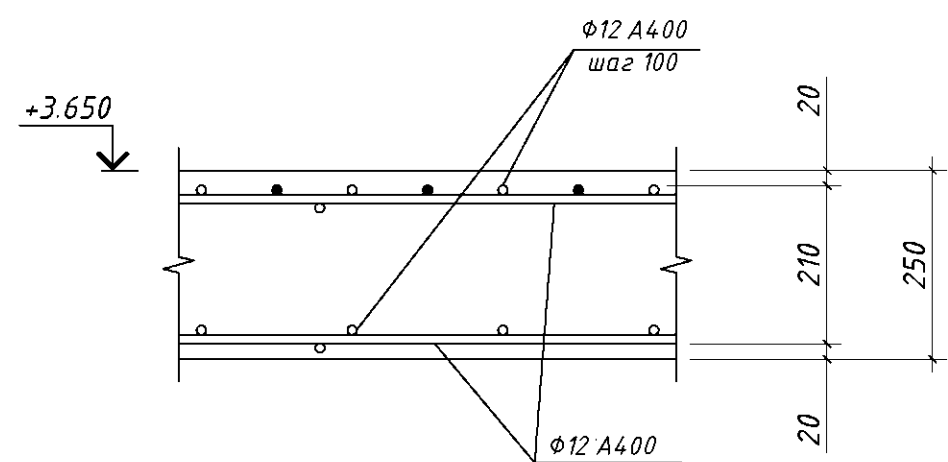


Схема армирования плиты ПМ-1



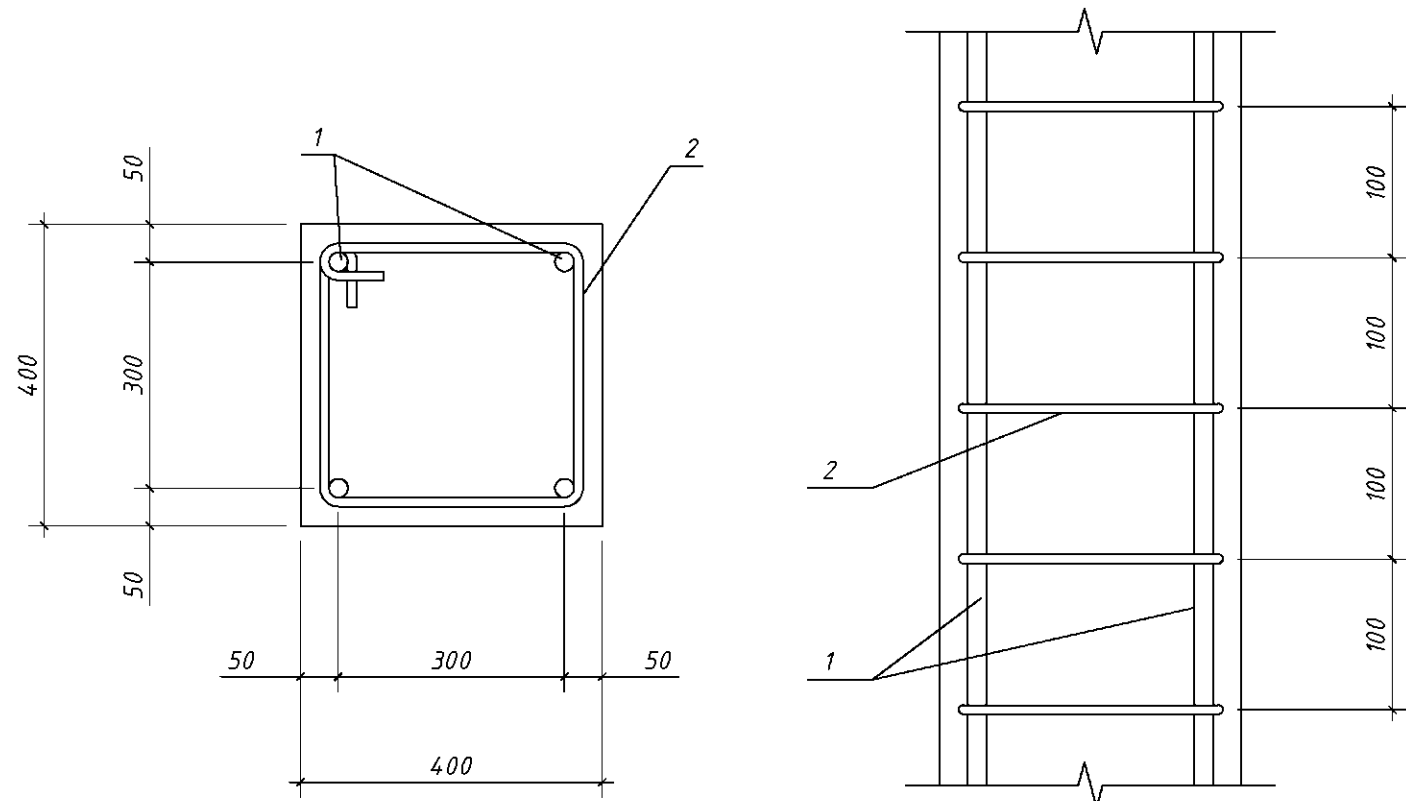
Спецификация материалов на перекрытие ПМ-1 на отм. 3.650

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Приме- чание
ПМ-1					
Стержни					
1	ГОСТ 5781-82*	Ф14 А400 L=1400	18	1.24	22.38
3	ГОСТ 5781-82*	Ф14 А400 L=1600	13	1.42	18.47
2	ГОСТ 5781-82*	Ф14 А400 L=1600	47	1.42	66.78
4	ГОСТ 5781-82*	Ф14 А400 L=1800	35	1.60	55.94
5	ГОСТ 5781-82*	Ф14 А400 L=2000	16	1.78	28.42
6	ГОСТ 5781-82*	Ф14 А400 L=2200	29	1.95	56.65
7	ГОСТ 5781-82*	Ф14 А400 L=2400	18	2.13	38.36
8	ГОСТ 5781-82*	Ф14 А400 L=2800	28	2.49	69.62
9	ГОСТ 5781-82*	Ф14 А400 L=3000	224	2.66	596.74
10	ГОСТ 5781-82*	Ф14 А400 L=3200	43	2.84	122.19
11	ГОСТ 5781-82*	Ф14 А400 L=3400	16	3.02	48.31
12	ГОСТ 5781-82*	Ф14 А400 L=3600	21	3.20	67.13
13	ГОСТ 5781-82*	Ф14 А400 L=4200	81	3.73	302.10
14	ГОСТ 5781-82*	Ф14 А400 L=12065.8м		0.89	10714.41
				Бетон В25	14.4м³
Поперечное армирование					
	ГОСТ 5781-82*	Ф14 А400 L=1900мм	72	1.7	122.4
	ГОСТ 5781-82*	Ф14 А240 L=950мм	288	0.6	172.8
Капители КР-1					
	ГОСТ 5781-82*	Ф12 А400 L=1950мм	28	1.75	49.0
	ГОСТ 5781-82*	Ф12 А400 L=1250мм	56	1.15	64.4

Ведомость расхода стали ,кг

Марка элемента	Изделия арматурные					
	Арматура класса					
	А240		А400			
	ГОСТ 5781-82*		ГОСТ 5781-82*			
	Ф12	Итого	Ф12	Ф14	Ф25	Итого
К-1	875.0	875.0			1764.0	2639.0
К-2	94.0	94.0			160.0	254.0
К-3	560.0	560.0			1136.0	1696.0
К-4	830.0	830.0			1600.0	2430.0
К-5	396.0	396.0			784.0	1180.0
К-6	168.0	168.0			288.0	456.0
К-7	315.0	315.0			624.0	939.0
К-8	225.0	225.0			432.0	657.0
К-9	180.0	180.0			352.0	532.0
К-10	196.0	196.0			384.0	580.0
К-11	319.5	319.5			666.0	985.5
ПМ-1				12207.4		12207.4
КР-1			113.4		113.4	113.4
ИТОГО	4158.5	4158.5	113.4	12207.4	8190.0	20510.8

Схема армирования колонн



Спецификация расхода материалов на колонны

Позиция	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса единицы кг	Масса всего
Колонна К-1					
	ГОСТ 5781-82*	Ф25А-III, L=15380	4	63	252
	ГОСТ 5781-82*	Ф12А-I, L=1600	83	1.5	125
				Бетон В25, м³	2.7
Колонна К-2					
	ГОСТ 5781-82*	Ф25А-III, L=4920	4	20	80
	ГОСТ 5781-82*	Ф12А-I, L=1600	31	1.5	47
				Бетон В25, м³	1
Колонна К-3					
	ГОСТ 5781-82*	Ф25А-III, L=17395	4	71	284
	ГОСТ 5781-82*	Ф12А-I, L=1600	93	1.5	140
				Бетон В25, м³	3
Колонна К-4					
	ГОСТ 5781-82*	Ф25А-III, L=9720	4	40	160
	ГОСТ 5781-82*	Ф12А-I, L=1600	55	1.5	83
				Бетон В25, м³	1.8
Колонна К-5					
	ГОСТ 5781-82*	Ф25А-III, L=11950	4	49	196
	ГОСТ 5781-82*	Ф12А-I, L=1600	66	1.5	99
				Бетон В25, м³	2.1
Колонна К-6					
	ГОСТ 5781-82*	Ф25А-III, L=4300	4	18	72
	ГОСТ 5781-82*	Ф12А-I, L=1600	28	1.5	42
				Бетон В25, м³	0.9
Колонна К-7					
	ГОСТ 5781-82*	Ф25А-III, L=12790	4	52	208
	ГОСТ 5781-82*	Ф12А-I, L=1600	70	1.5	105
				Бетон В25, м³	2.3
Колонна К-8					
	ГОСТ 5781-82*	Ф25А-III, L=8710	4	36	144
	ГОСТ 5781-82*	Ф12А-I, L=1600	50	1.5	75
				Бетон В25, м³	1.6
Колонна К-9					
	ГОСТ 5781-82*	Ф25А-III, L=10730	4	44	176
	ГОСТ 5781-82*	Ф12А-I, L=1600	60	1.5	90
				Бетон В25, м³	1.9
Колонна К-10					
	ГОСТ 5781-82*	Ф25А-III, L=11730	4	48	192
	ГОСТ 5781-82*	Ф12А-I, L=1600	65	1.5	98
				Бетон В25, м³	2.1
Колонна К-11					
	ГОСТ 5781-82*	Ф25А-III, L=14450	4	55.5	222
	ГОСТ 5781-82*	Ф12А-I, L=1600	71	1.5	106.5
				Бетон В25, м³	2.1

Спецификация монолитных балок перекрытия на отм. 3.650

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса единицы кг	Приме- чание
БМП-1		Монолитная балка БМП-1	6	35.7	214.2
БМП-2		Монолитная балка БМП-2	2	55.8	111.6
БМП-3		Монолитная балка БМП-3	6	95.3	571.8
БМП-4		Монолитная балка БМП-4	5	174.4	872.0
БМП-5		Монолитная балка БМП-5	3	174.4	523.2

						БР-08.03.01-КЖ		
						ФГАОВУ "Сибирский федеральный университет"		
						Инженерно-строительный институт		
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Центр культурного развития, г. Шарыпово	Стadia	Лист
Разработал	Гроза А.В.						4	Листов
Консультант	Ластовка А.В.							
Руководитель	Гафман О.В.					Опалубочный чертеж монолитной плиты, схемы армирования колонн, КР-1 и ПМ-1, спецификации, ведомость расхода стали		
И.контр.оль	Гафман О.В.					Кафедра СМТиС		
Зав.кафедрой	Амельчуков С.П.					Формат А1		

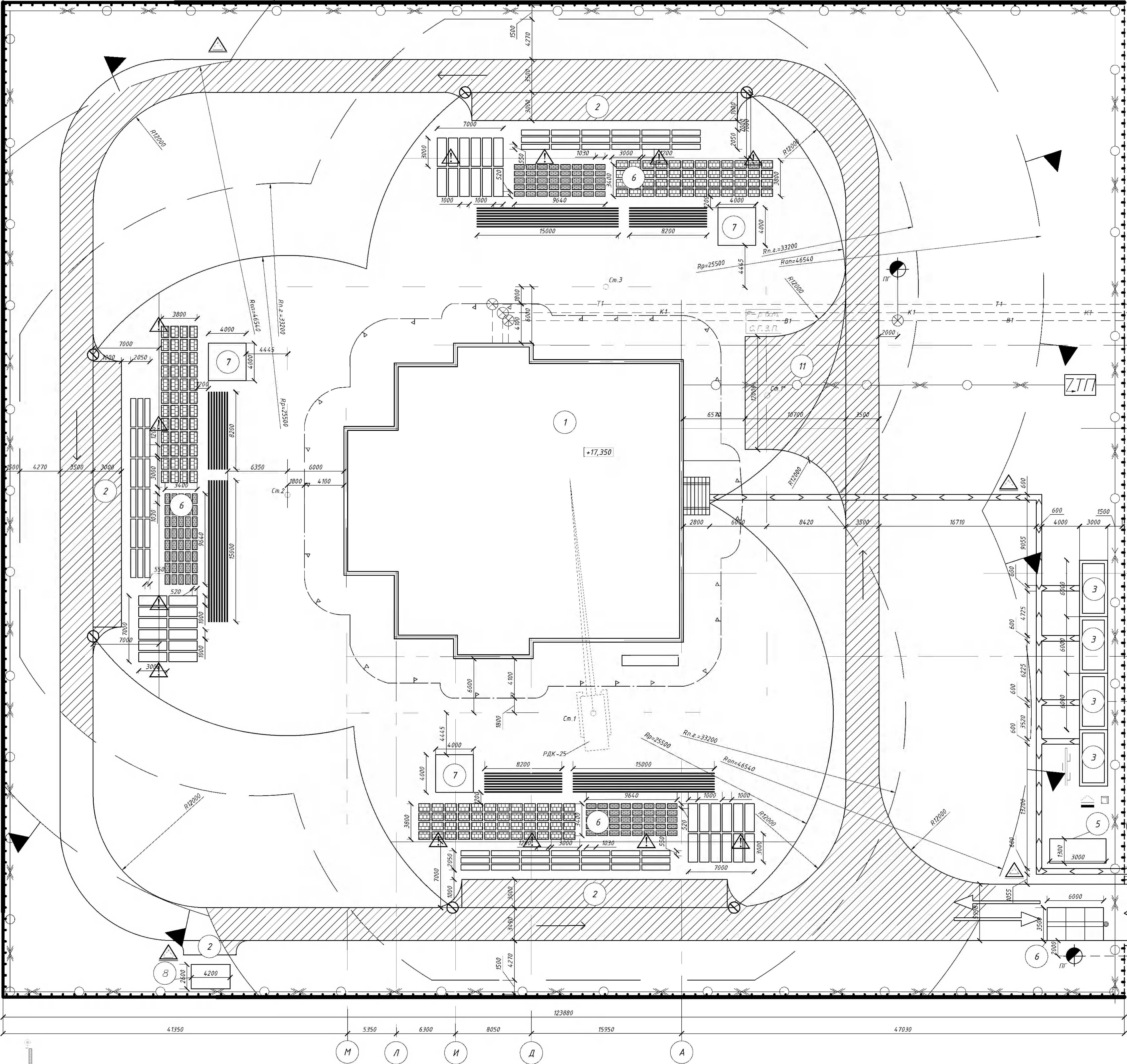
№	Наименование	Объем		Размеры в плане, мм	Тип, марка или краткое описание
		Ев. изм.	Кол. - до		
1	Центр культурного развития	шт	1	35650х33100	Строящееся здание
2	Место для разгрузки машины	шт	4	3000х14200	Инвентарное
3	Бытовые помещения	шт	4	3000х6000	Инвентарное
4	КПП	шт	1	3000х1300	Инвентарное
5	Площадка мойки колес	шт	1	6000х3500	Инвентарное
6	Открытый склад	шт	3	10300х35640	Инвентарное
7	Навес	шт	3	4000х4000	Инвентарное
8	Закрытый склад	шт	3	4200х2600	Инвентарное

Условные обозначения

- Линия границы зоны действия крана
- ⚠ — Знак, предупреждения об ограничении зоны действия крана
- Линия предупреждения об ограничении зоны действия крана
- Линия ограничения зоны действия крана
- ⚠ — Знак, предупреждающий о работе крана, с поясняющей надписью
- Линия границы опасной зоны при работе крана
- Линия границы опасной зоны при падении предмета со здания
- Проектор на опоре
- Временное ограждение без козырька
- Временное ограждение с козырьком
- Выездной стенд с транспортной схемой
- Стенд со схемой строповки и таблицей масс грузов
- С.Г.З.П. — Место хранения грузозахватных приспособлений
- Р-р бет. — Место приема раствора и бетона
- Ст. 1 — Стоянка стреловых самоходных кранов
- Стреловой гусеничный кран
- Въезд на строительную площадку и выезд
- 5 — Знак ограничения скорости движения
- Ворота и калитка
- Воздушная линия электропередачи
- Стенд с противопожарным инвентарем
- ПГ — Пожарный гидрант
- Временная дорога
- Временная пешеходная дорога
- Существующий невидимый водопровод хозяйственно-питьевого назначения
- К1 — Канализация существующая видимая бытового назначения
- Трансформаторная подстанция
- Мусороприемный бункер
- Ст. 1* — Стоянка бетононасосной установки

Временное ограждение принять высотой h=2 м с козырьком
Технико-экономические показатели приведены в п 4, пояснительной записки

БР-08.03.01-КЖ						ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"			Инженерно-строительный институт		
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Центр культурного развития, г. Шарыпово			3		
Разработал	Гроза А.В.										
Консультант	Гофман О.В.					Объектный строительный генеральный план на основной период строительства			Кафедра СМиТС		
Руководитель	Клиндук Н.Ю.										
И.контр.	Гофман О.В.					Формат А1					
Зав.кафедрой	Анеличов С.П.										



Создатель	
И.к. № табл.	
Подпись и дата	
Взам. инв. №	

График производства работ

[illegible]

Машины и технологическое оборудование

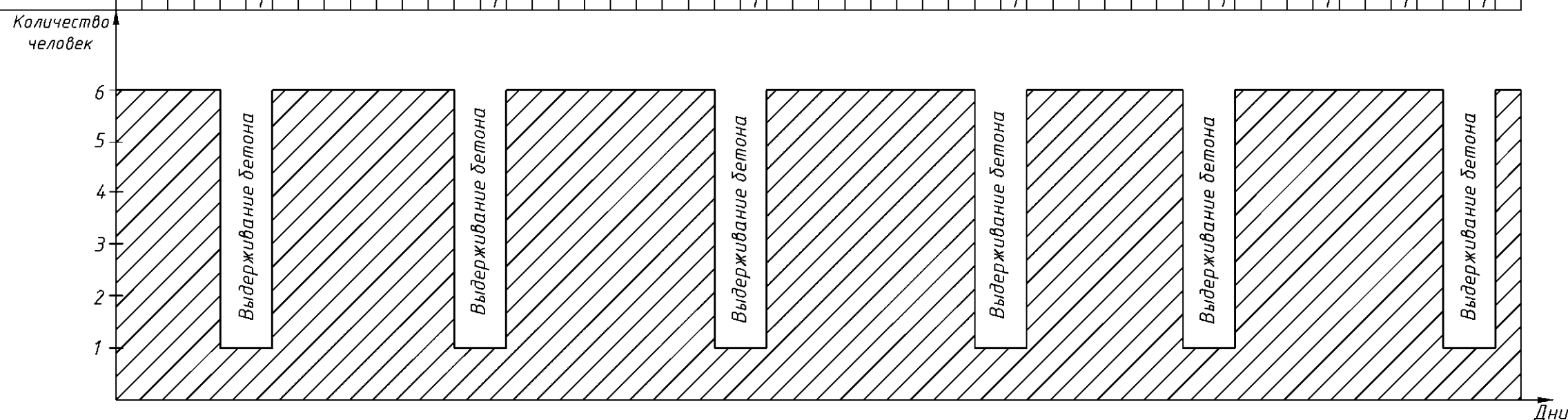
Наименование технологического процесса и его операций	Наименование машины, технологического оборудования, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Количество
Разрузка элементов	Гусеничный кран РДК-25	M=25 т; Lmax=35,2 м	1
Устройство монолитных плит перекрытия и колонн	Вибратор глубинный ИВ-66	d=28 мм	2
	Автобетононасос GIFA-K48XHZ	Q=90-150 м ³ /ч	1
	Бетономеситель СБ-69А	V=6, м ³	1
	МАЗ-504	G=5,8 т	1

*Технологическая оснастка, инструмент,
инвентарь и приспособления*

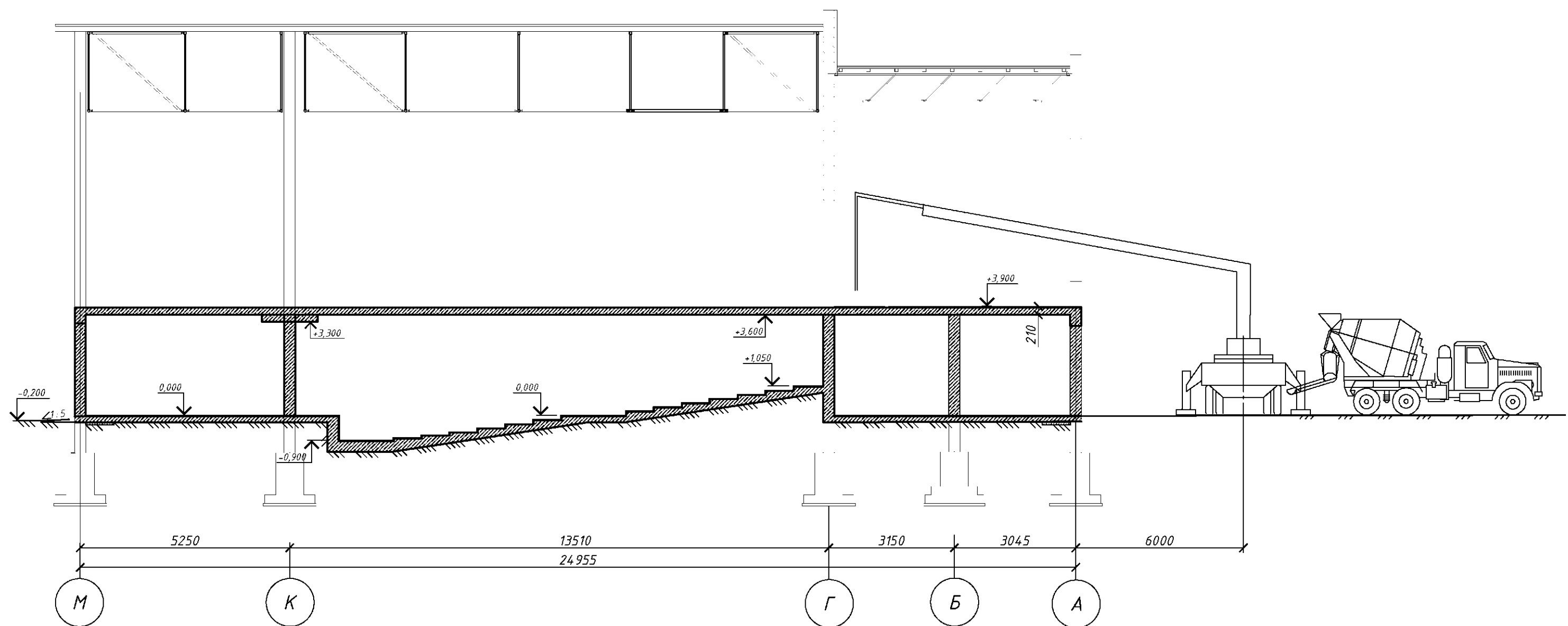
Наименование технологического процесса и его операций	Наименование технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Кол-во
Установка конструкций на высоте	Строп УСК 1	Q= 0,25 т	2
	Строп УСК 2	Q= 0,35 т	2
	Строп 4-х ветвевой 4СК-3,2/4,7	Q= 0,5 т	1
Установка конструкций на высоте	Мантовая секционная подъёмная лестница с площадкой	h=4 м Площадка 510х580	2
Сопутствующие работы при установке конструкций	Лопата расстворная ЛР		3
	Лопата подборочная ЛП-2		3
	Гредешок для бетонных работ		2
	Молоток стальной строительный	m=10,6 кг	5
	Рулетка измерительная металлическая РЗОНЭК	l=30 м	1
	Уровень строительный УС1-300	l=230 м	1

Материалы и изделия

Наименование технологического процесса и его операции	Наименование материалов и изделий	Единицы измерений	Потребность на объем работ
Устройство монолитных плит перекрытия и колонн	Бетонная смесь В25	м³	234,1
	Арматура	т	24,207
	Щиты опалубки (бакелиевая фанера)	м²	519,9
	Детали крепления опалубки	т	3,1
	Стойки телескопические	шт	95
	Масляная эмульсия	кг	207
	Монтажные багты	кг	50
Устройство монолитных плит перекрытия	Баки опалубки	т	5,3
	Унивилки	шт	95
	Треноги	шт	95
Устройство монолитных колонн	Подкосы	шт	92



1-1



Калькуляция затрат труда

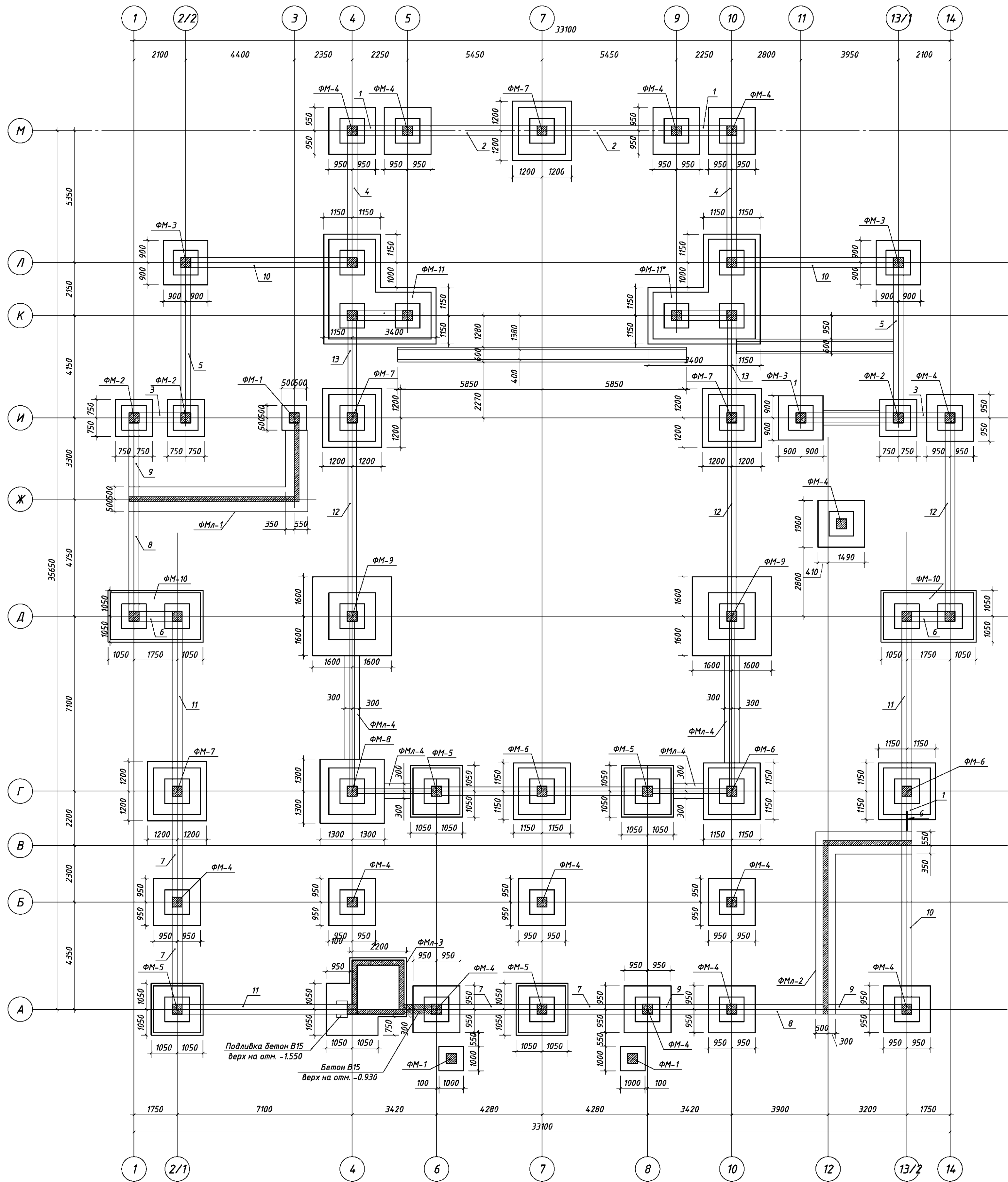
Обоснование	Наименование работ	Объем работ		Состав звена	Норма времени чел. - часов	Трудоемкость час - чел
		ед. изм	кол - во			
E1-7	Подача арматуры (закл. деталей) для колонн	100 т	0, 12	Машинист 5р-1 Тягалажники 2р-2	10,70 17,80	1,28 2,14
E4-1-46	Установка арматуры колонн	т	12	Арматурщик 5р-1, 2р-1	36,00	432,00
E1-7	Подача опалубки для колонн	100 т	0,32	Машинист 5р-1 Тягалажники 2р-2	10,70 17,80	3,424 5,69
E4-1-34	Монтаж опалубки для колонн	м ²	225,25	Плотник 4р-1, 2 р-1	0,51	114,88
E4-1-48	Подача бетонной смеси бетононасосами	100 м ³	0, 901	Машинист бетононасосной установки 4р - 1; Строительный слесарь 4р - 1, Бетонщик 2р-1	18,00	16,218
E4-1-49	Укладка бетонной смеси	м ³	90,1	Бетонщик 4р-1, 2р-1	0,33	29,73
E4-1-54	Выдерживание бетона	100 м ²	9,01	Бетонщик 2р-1	0,14	1,26
E4-1-34	Демонтаж опалубки колонн	м ²	225,25	Плотник 3р-1, 2 р-1	0,21	41,3
E1-7	Подача цемента и щебня пакетами для устройства опалубки перекрытия	100 т	0, 02	Машинист 5р-1 Тягалажники 2р-2	10,70 17,80	0,214 0,356
E4-1-33	Установка опорных телескопических стоек для опалубки перекрытия	100 м стоек	3,47	Плотник 4р-2, 3р-2	7,80	27,066
E4-1-34	Установка опалубки перекрытия	м ²	487,9	Плотник 4р-1, 3р-2	0,22	107,34
E1-7	Подача арматуры (каркасов , стоек , зак. деталей .) перекрытия	100 т	0,12	Машинист 5р-1 Тягалажники 2р-2	10,70 17,80	1,28 2,136
E4-1-46	Установка арматуры плиты	т	12,2	Арматурщик 4р-1, 2р-1	14,00	170,80
E4-1-48	Подача бетонной смеси бетононасосами	100 м ³	1,44	Машинист бетононасосной установки 4р - 1; Строительный слесарь 4р - 1, Бетонщик 2р-1	18,00	25,92
E4-1-49	Укладка бетонной смеси	м ³	144	Бетонщик 4р-1, 2р-1	0,22	31,68
E4-1-54	Выдерживание бетона	100 м ²	4,87	Бетонщик 2р-1	0,14	0,68
E4-1-34	Демонтаж опорных балок перекрытия	м ²	487	Плотник 3р-1, 2 р-1	0,15	73,05
Итого						2622,228

Технико-экономические показатели

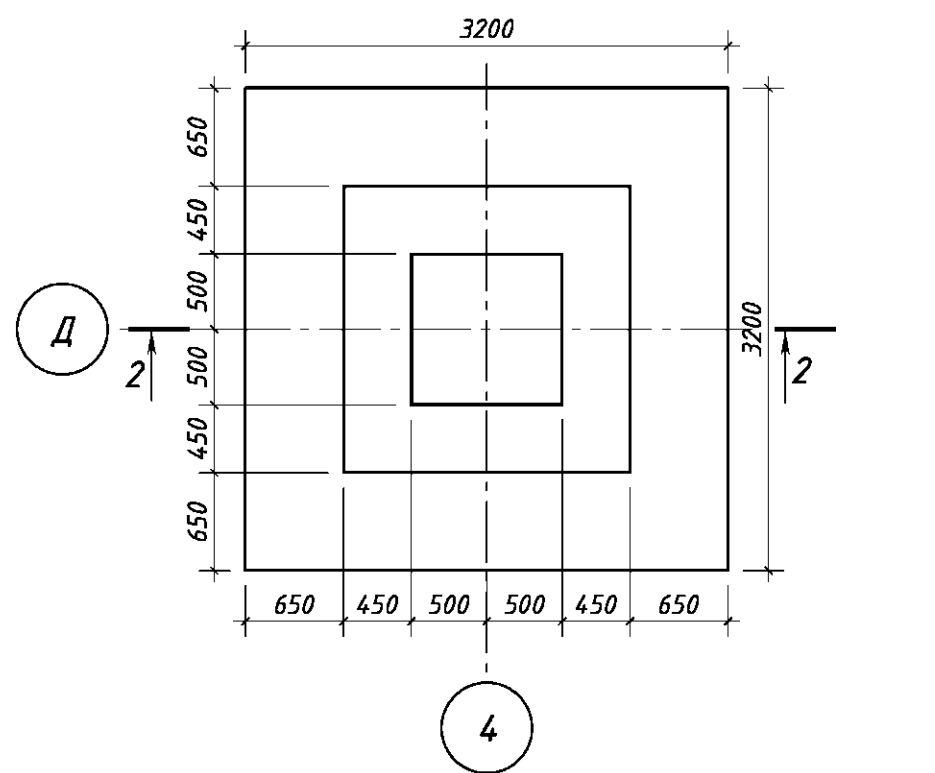
Наименование	Ед. изм.	Кол-во
Объем работ	м ³	0,643
Трудоемкость	чел-см.	137,75
Продолжительность работ	дн.	54
Количество смен	см.	3
Максимальное количество рабочих в смену	чел.	6

						БР-08.03.01-КЖ			
						ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		Статья	Лист	Листов
Разработал	Гроза А.В.					Центр культурного развития, г. Шарыпово			
Консультант	Гофман О.В.								
Руководитель	Клиндих Н.Ю.							6	
Н.к.контроль	Гофман О.В.					График производства работ, калькуляция затрат труда, ТЭП, разрез 1-1, спецификации	Кафедра СМчТС		
Заб.кафедрой	Амеличугоев С.П.								

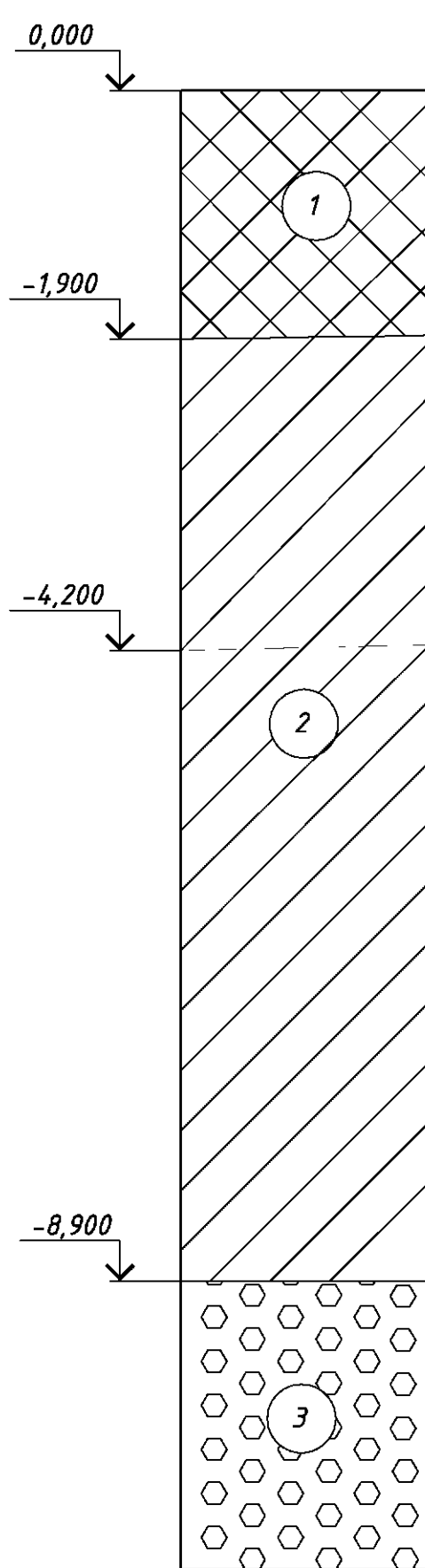
План фундаментов



ФМ-9



Инженерно-геологическая колонка



Спецификация к плану фундаментов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса единицы кг	Приме- чание
		Фундаменты монолитные			
ФМ-1		Столбчатый фундамент ФМ-1	3		
ФМ-2		Столбчатый фундамент ФМ-2	3		
ФМ-3		Столбчатый фундамент ФМ-3	3		
ФМ-4		Столбчатый фундамент ФМ-4	14		
ФМ-5		Столбчатый фундамент ФМ-5	4		
ФМ-6		Столбчатый фундамент ФМ-6	3		
ФМ-7		Столбчатый фундамент ФМ-7	4		
ФМ-8		Столбчатый фундамент ФМ-8	1		
ФМ-9		Столбчатый фундамент ФМ-9	2		
ФМ-10		Столбчатый фундамент ФМ-10	2		
ФМ-11		Столбчатый фундамент ФМ-11	2		
ФМл-1		Ленточный фундамент ФМл-1	1		
ФМл-2		Ленточный фундамент ФМл-2	1		
ФМл-3		Ленточный фундамент ФМл-3	1		
ФМл-4		Ленточный фундамент ФМл-4	2		
		Фундаментные балки			
1	Серия 1.015.1-1.95 вып.2	ЗБФ18-1	3		Длина 1800мм
2	Серия 1.015.1-1.95 вып.2	ЗБФ51-1	2		
3	Серия 1.015.1-1.95 вып.2	ЗБФ17-1	3		Длина 1700мм
4	Серия 1.015.1-1.95 вып.2	ЗБФ49-1	2		Длина 4900мм
5	Серия 1.015.1-1.95 вып.2	ЗБФ59-1	2		Длина 5900мм
6	Серия 1.015.1-1.95 вып.2	ЗБФ13-1	2		Длина 1300мм
7	Серия 1.015.1-1.95 вып.2	ЗБФ39-1	4		Длина 3900мм
8	Серия 1.015.1-1.95 вып.2	ЗБФ44-1	2		Длина 4400мм
9	Серия 1.015.1-1.95 вып.2	ЗБФ30-1	3		Длина 3000мм
10	Серия 1.015.1-1.95 вып.2	6БФ63-1А-IIIв	3		Длина 6300мм
11	Серия 1.015.1-1.95 вып.2	6БФ67-1А-IIIв	3		Длина 6700мм
12	Серия 1.015.1-1.95 вып.2	6БФ76-1А-IIIв	1		Длина 7600мм
13	Серия 1.015.1-1.95 вып.2	ЗБФ37-1	2		Длина 3700мм

Спецификация расхода материалов на фундамент ФМ-9

Марка	Обозначение	Наименование	Масса, ед., кг	Приме- чание
		Фундамент ФМ-9		
1	ГОСТ 5781-82*	φ12 A400, L=960	0.9	36
2	ГОСТ 5781-82*	φ12 A400, L=1980	1.9	38
3	ГОСТ 5781-82*	φ12 A400, L=4000	0.38	15.2
4	ГОСТ 5781-82*	φ25 A400, L=3000	12.2	4.9
5	ГОСТ 5781-82*	φ12 A240, L=1570	1.5	15
6	ГОСТ 5781-82*	φ16 A400, L=3160	5.0	160
		Бетон В25, м3	5.1	
		Бетон В7.5, м3	1	

Ведомость расхода стали, кг

Марка элемента	Изделия арматурные							Всего
	Арматура класса							
	A240			A400				
	ГОСТ 5781-82*			ГОСТ 5781-82*				
	φ12	Итого	φ12	φ16	φ25	Итого		
ФМ-9	15	15	89,2	160	4,9	298,2	313,2	

1. За относительную отметку 0,000 принят уровень пола 1-го этажа
2. Основанием сборной фундаментной плиты служит суголинок полутвердый, незаэрозировавший, водонепроницаемый со следующими характеристиками:
- коэффициент пористости - $e = 0,714$ д.е.;
- показатель текучести - $I_L = 0,71$ д.е.;
- модуль деформации - $E = 0,3$ МПа;
- угол внутреннего трения - $\varphi = 21^\circ$;
- удельное сцепление - $c = 0,012$ кПа;
- расчетное сопротивление - $R_b = 201$ кПа;
- плотность грунта - $\rho = 1,98$ т/м³
3. Бетонную подготовку выполнить из бетона класса В7,5, толщиной 100 мм.

Схема армирования фундамента ФМ-9

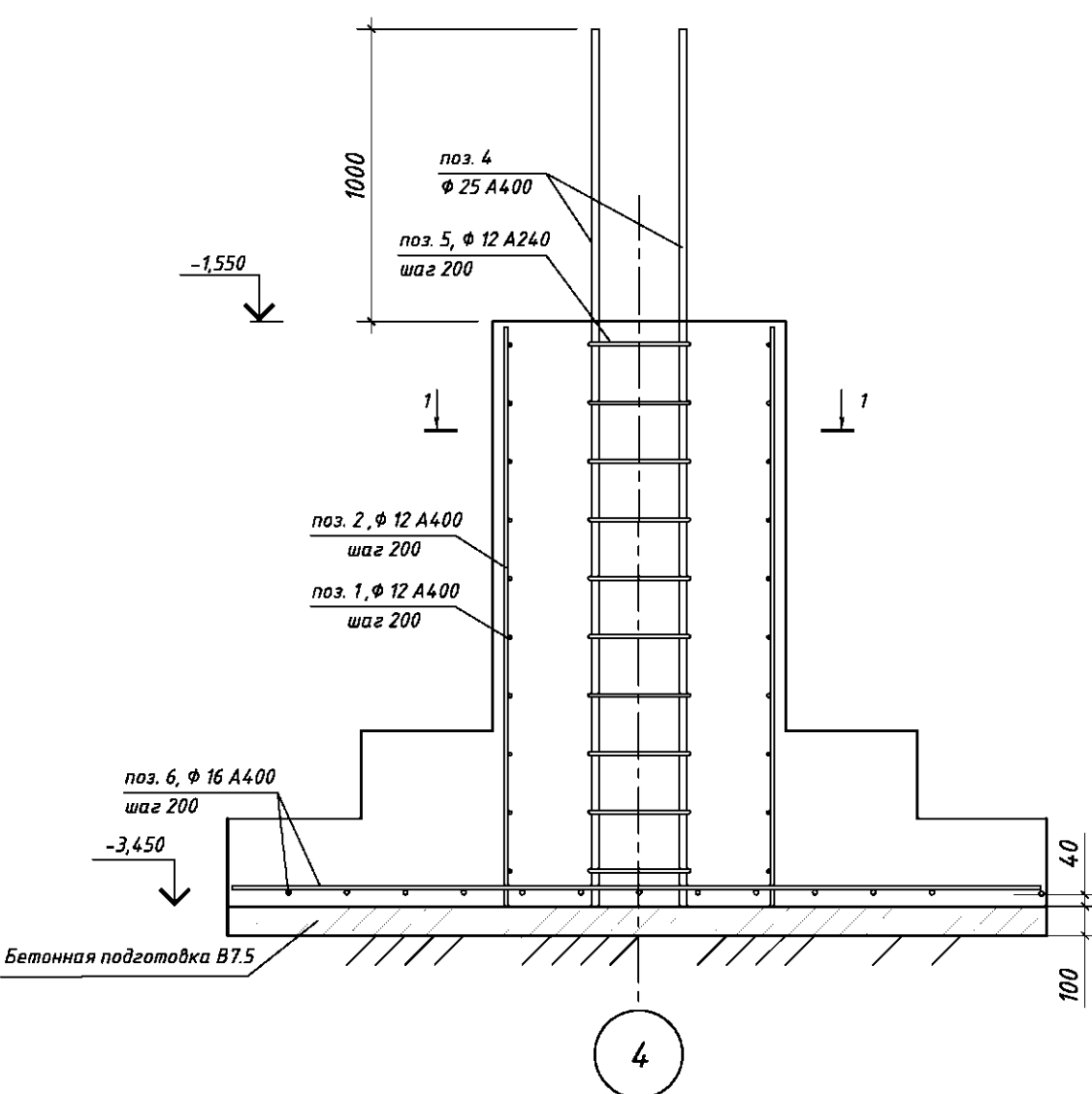
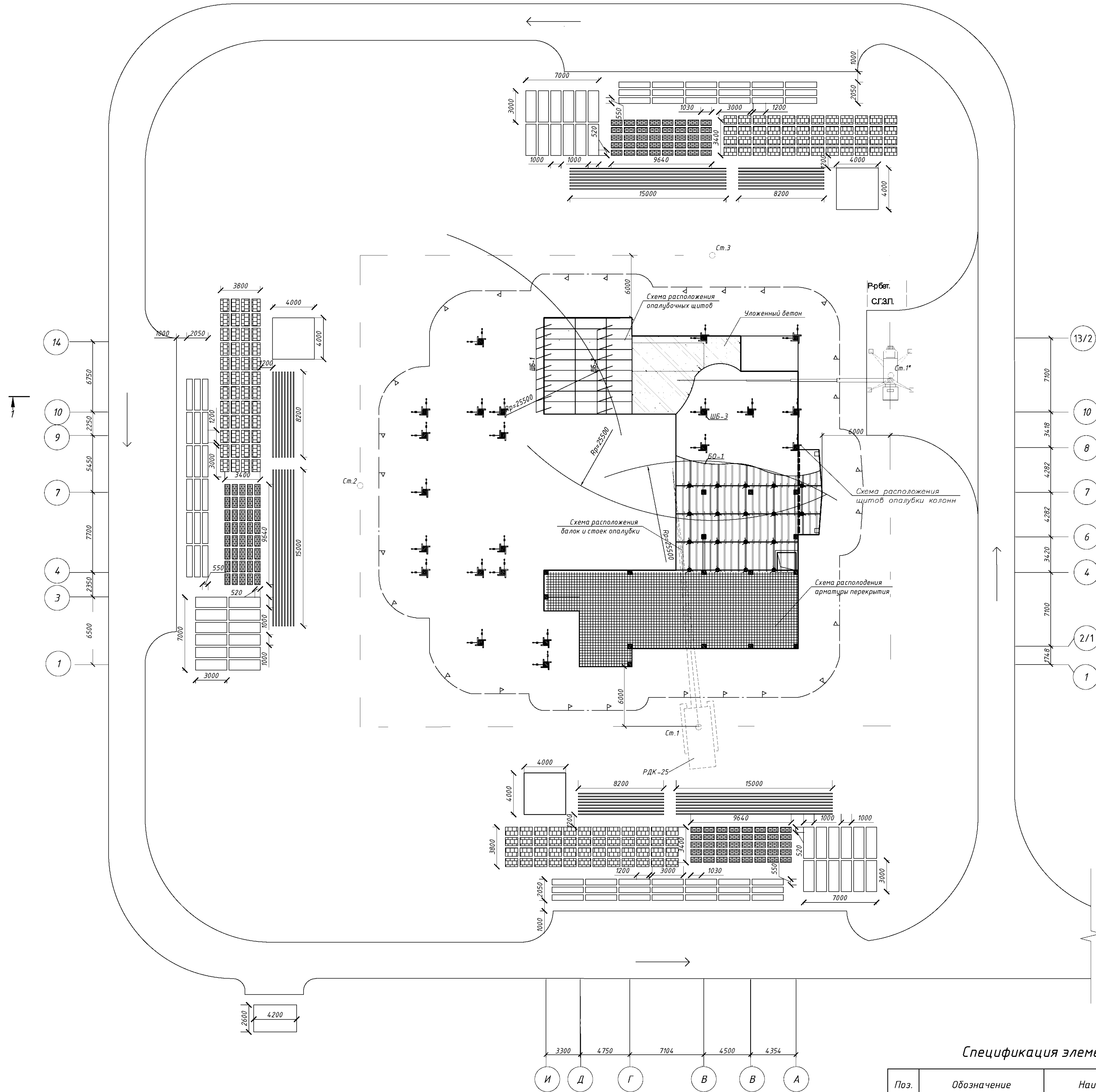


Схема производства работ



Опалубка перекрытий

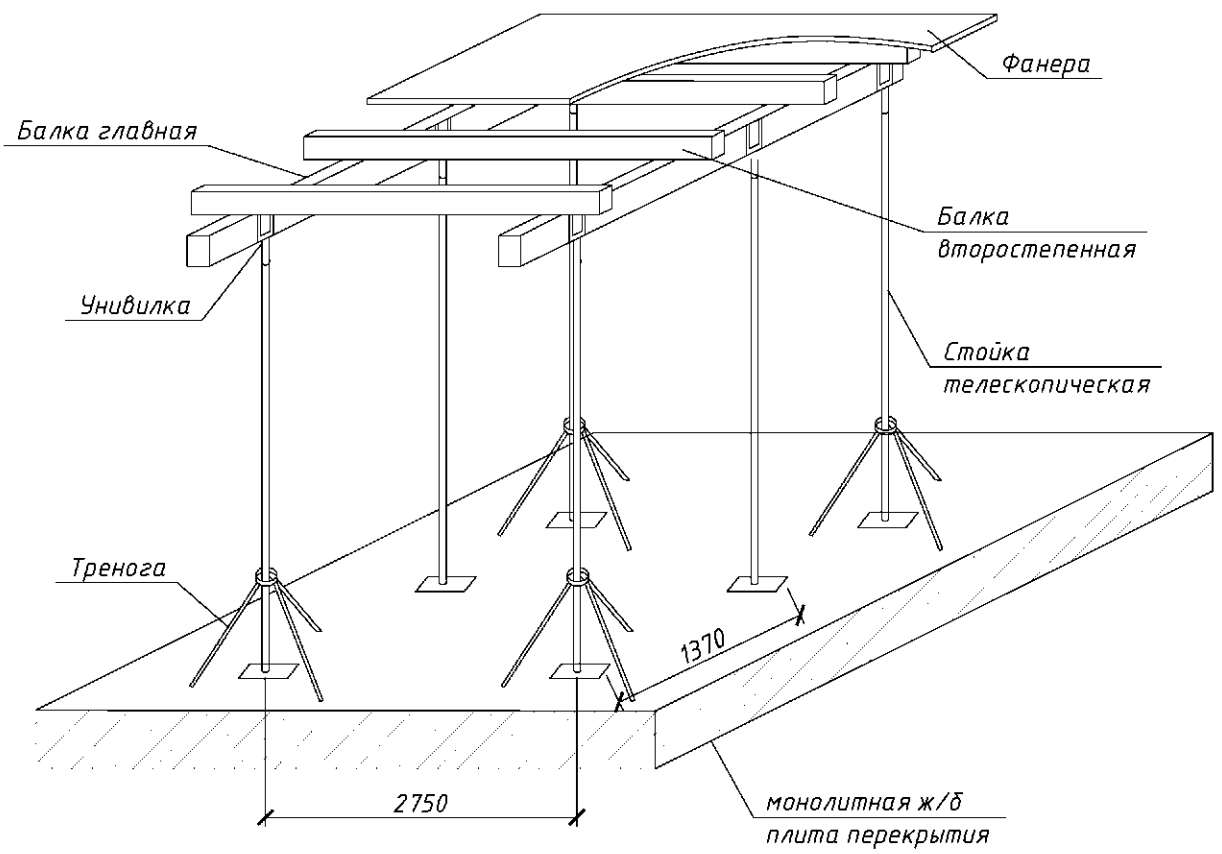


Схема уплотнения бетонной смеси

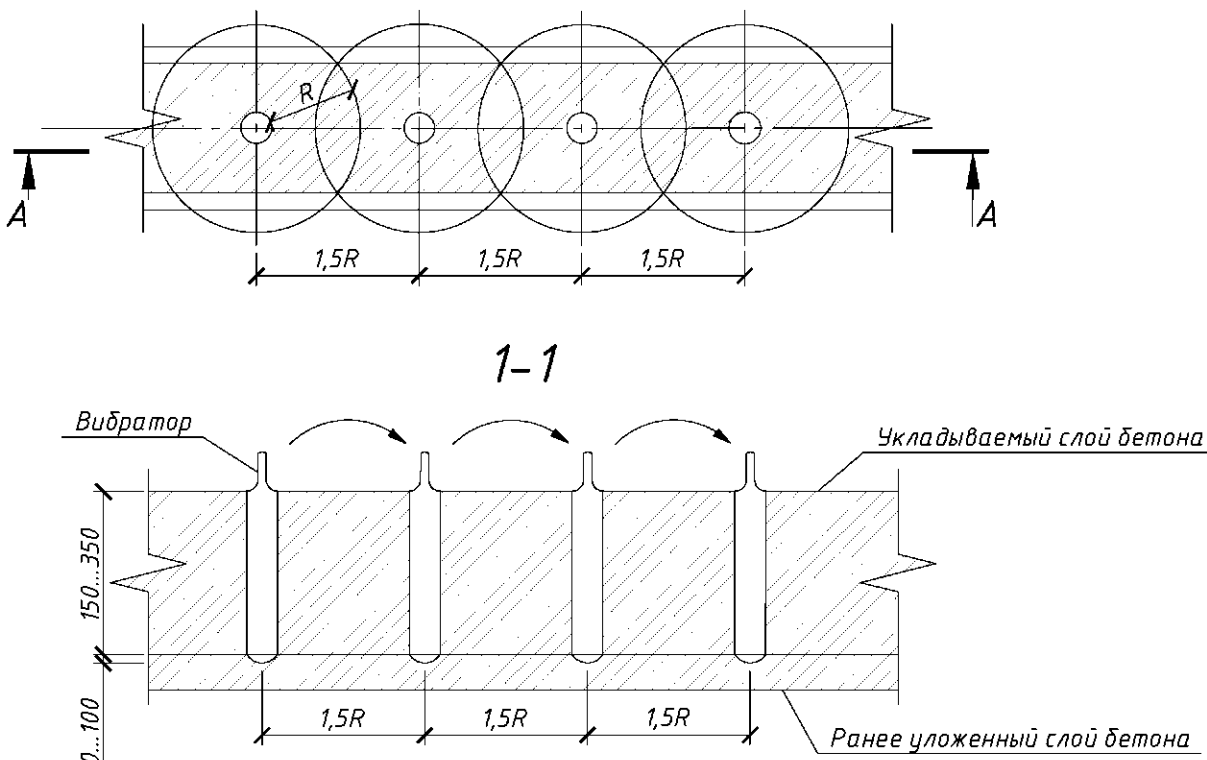
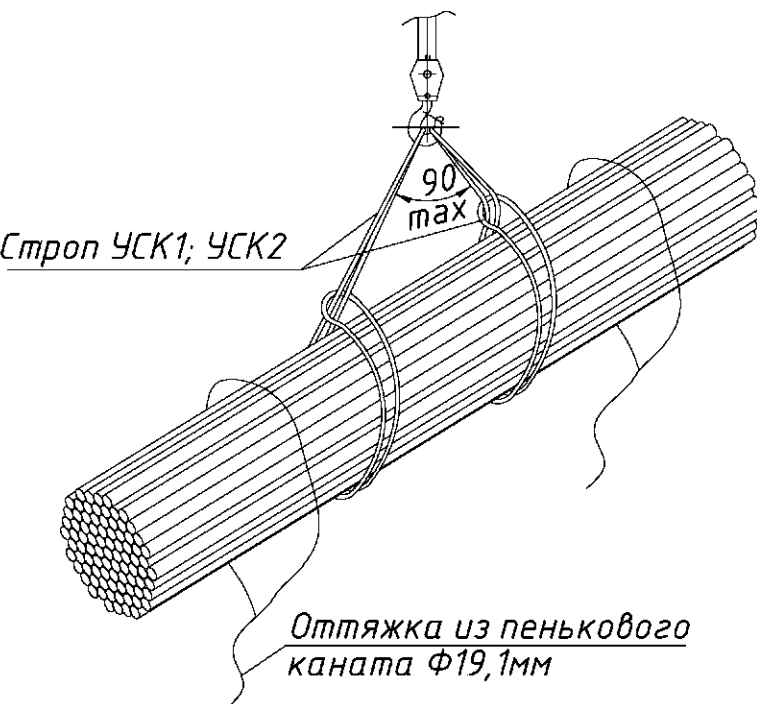
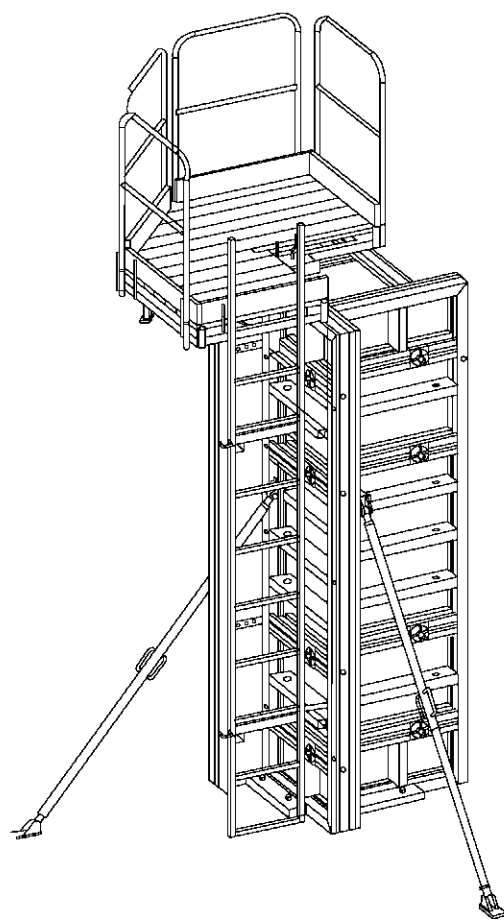


Схема строповки арматуры



Опалубка колонны



Строповка щитов опалубки массой до 0,5 т

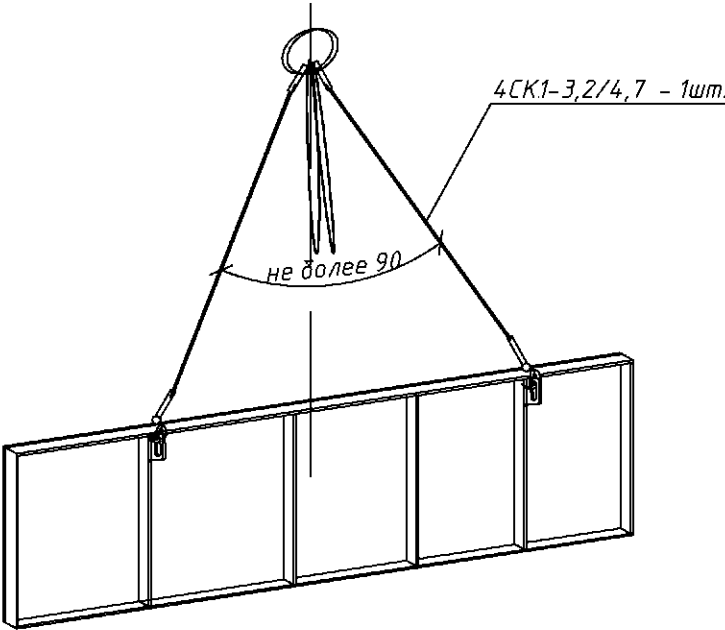
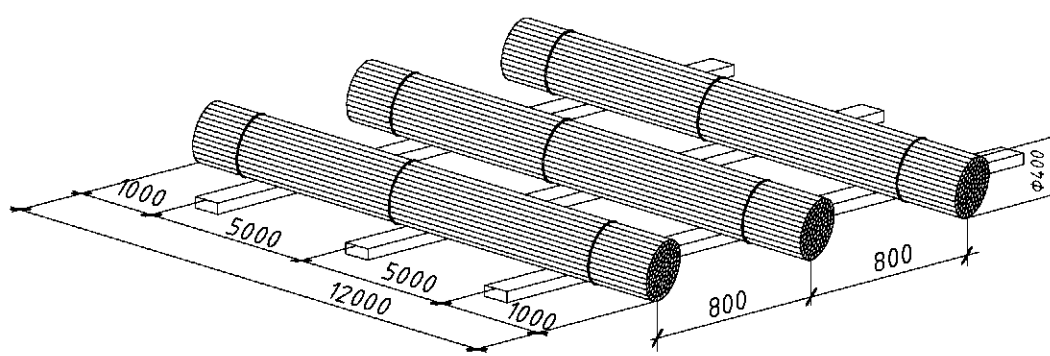


Схема складирования пакетов арматуры



Спецификация элементов опалубки

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примечание
ШБ-1		Щиты опалубки	168	53,48	
ШБ-2		Щиты опалубки	24	37	
ШБ-3		Щиты опалубки	144	35,37	
Б0-1		Балки опалубки	921	5,7	

						БР-08.03.01-КЖ		
						ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Центр культурного развития, г. Шарыпово	Стация	Лист
Разработал	Гроза А.В.							Листов
Консультант	Гофман О.В.					Схема производства работ, опалубка перекрытий, спецификация элементов опалубки, схемы строповки	5	
Руководитель	Клиндук Н.Ю.							
Н.контр.	Гофман О.В.					Кафедра СМиТС		
Зав.кафедрой	Амелинчук С.П.							